PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PERCETAKAN

Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan



2013

Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan

Penyusun :

Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Editor Isi :

Endro Purnomo, S.Pd

Editor Bahasa :

Ir. Dwyacitta Prasasti

Kata Pengantar

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyusun bahan ajar untuk Bidang Keahlian Grafika. Bahan ajar ini disusun sebagai sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2013, dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi dunia kerja. Bahan ajar ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja.

Namun demikian, karena dinamika perubahan dunia kerja begitu cepat terjadi, maka bahan ajar ini masih akan selalu diminta masukan untuk bahan perbaikan atau revisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Dalam kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama kepada BMTI-P4TK Bandung atas pendampingan dalam penulisan bahan ajar ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas bahan ajar. Dalam bahan ajar ini memuat tentang limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. Dengan mengetahui limbah yang terjadi akibat dari proses pencetakan, peserta didik diharapkan mempunyai kepedulian pada lingkungan.

Demikian, semoga bahan ajar ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta didik SMK Bidang Keahlian Grafika, atau praktisi yang sedang mengembangkan bahan ajar SMK.

Penyusun

Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Daftar Isi

Peta Kedudukan Bahan Ajar

PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PERCETAKAN

LULUS

10. Melakukan percobaan pengolahan limbah padat

9. Melakukan percobaan pengolahan limbah cair

8. Mengamati pengolahan limbah padat dengan sistem reduce (mengurangi)-reuse (guna ulang)-recycle (daur ulang)

7. Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi

6. Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi

5. Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating

4. Mengamati pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi)

3. Mengamati pengolahan limbah cair dengan proses kimia (oksidasi-reduksi)

1. Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan

2. Memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya

Glosarium

Istilah	Keterangan
Cincin Newton	Fenomena terbentuknya cincin pelangi atau goresan-goresan melingkar yang ditimbulkan proses pembiasan cahaya dari suatu lapisan tipis ke medium yang mengakibatkan perbedaan diameter goresan-goresan sehingga terbentuklah cincin newton.
Sifat Spektrum	Sifat-sifat gelombang dari cahaya, yaitu pemantulan, pembiasan, interferensi, difraksi, dan polarisasi.
Pulp (bubur kertas)	Hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat (kayu maupun non kayu) melalui berbagai proses pembuatannya (mekanis, semikimia, kimia).
Dispersi	Sistem koloid yang dibuat melalui cara menghaluskan partikel suspensi yang terlalu besar menjadi partikel berukuran koloid.
Suspensi	Sediaan cair yang mengandung partikel padat tidak larut yang terdispersi dalam fase cair.
Koloid	Suatu campuran zat, dimana zat tersebut tersebar merata dengan berukuran koloid (10^{-7} – 10^{-5} cm) dlm suatu zat lain.
Sifat Abrasif	Pengikisan
Set – Off	Proses berpindahnya sebagian tinta ke kertas pada saat bertumpuk. Hal ini terjadi karena tinta lambat kering.
Destilasi	Penyulingan

BAB I
PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam bahan ajar ini peserta didik akan mempelajari tentang mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. Apabila peserta didik telah mempelajari dan menguasai bahan ajar ini, maka peserta didik diharapkan dapat memahami limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan.

B. Prasyarat

Peserta didik sebelum mempelajari bahan ajar ini sebaiknya melakukan pengamatan mengenai limbah yang muncul akibat proses pencetakan pada perusahaan percetakan. Hal ini dimaksud agar peserta didik lebih mudah memahami materi yang dipelajari pada bahan ajar ini.

Disamping itu peserta didik dalam mempelajari bahan ajar ini harus menyimak dengan tekun dan teliti, agar materi dapat terserap dengan baik.

C. Petunjuk Penggunaan

1. Pelajari daftar isi serta peta kedudukan bahan ajar dengan cermat dan teliti. Karena dalam peta kedudukan bahan ajar akan nampak kedudukan bahan ajar yang sedang peserta didik pelajari dengan bahan ajar yang lain.
2. Kerjakan soal-soal dalam cek kemampuan untuk mengukur sampai sejauh mana pengetahuan yang telah peserta didik miliki.
3. Apabila dari soal dalam cek kemampuan telah peserta didik kerjakan dan 70 % terjawab dengan benar, maka peserta didik dapat langsung menuju Evaluasi untuk mengerjakan soal-soal tersebut. Tetapi apabila hasil jawaban peserta didik tidak mencapai 70 % benar, maka peserta didik harus mengikuti kegiatan pemelajaran dalam bahan ajar ini.

4. Perhatikan urutan materi dengan benar untuk mempermudah dalam memahami isi yang dimaksud.
5. Kerjakan soal-soal evaluasi sebagai sarana latihan.
6. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada guru/instruktur.
7. Catatlah kesulitan yang peserta didik dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada guru pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi bahan ajar agar peserta didik mendapatkan tambahan pengetahuan.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari bahan ajar ini diharapkan peserta didik dapat:

1. Menjelaskan struktur film reproduksi/ grafika.
2. Menyebutkan urutan pengolahan emulsi fotografi.
3. Menjelaskan tentang pembagian kertas.
4. Menjelaskan tentang jenis-jenis kertas.
5. Menjelaskan ciri-ciri bahan baku kertas.
6. Menjelaskan jenis-jenis utama pelat offset.
7. Menjelaskan bahan dasar membuat tinta cetak offset.
8. Menjelaskan fungsi bahan pengikat yang ada dalam tinta cetak offset.
9. Menjelaskan jenis bahan penolong yang di gunakan dalam pembuatan tinta cetak offset.
10. Menjelaskan proses produksi pada perusahaan percetakan.
11. Menjelaskan limbah yang diakibatkan oleh proses pencetakan.
12. Menjelaskan macam-macam limbah percetakan.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.1 Menyadari dan menghayati kesempurnaan ciptaan Tuhan alam dan segala isinya dengan mengolah limbah percetakan menjadi sesuatu yang berguna bagi sesama dan lingkungan. 1.2 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dengan menjaga kelestarian dan menghindari kerusakan lingkungan sebagai akibat dari limbah industri grafika.
2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Menjalankan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam melakukan pengolahan limbah cair dan padat. 2.2 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah pengolahan limbah cair dan padat. 2.3 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan efek limbah dari percetakan, baik cair maupun padat.
3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan procedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Mengidentifikasi limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 3.2 Menggolongkan jenis limbah percetakan. 3.3 Mengenali pengolahan limbah cair dengan proses kimia (*oksidasi-reduksi*). 3.4 Mengenali pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 3.5 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 3.6 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 3.7 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 3.8 Mengenali pengolahan limbah padat dengan sistem *Reduce* (mengurangi), *Reuse* (guna ulang), dan *Recycle* (daur ulang). 3.9 Menjelaskan pengolahan limbah cair. 3.10 Menjelaskan pengolahan limbah padat.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	1.1 Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 1.2 Memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya. 1.3 Mengamati pengolahan limbah cair dengan proses kimia (oksidasi-reduksi). 1.4 Mengamati pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 1.5 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 1.6 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 1.7 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 1.8 Mengamati pengolahan limbah padat dengan sistem *reduce* (mengurangi), *reuse* (guna ulang), dan *recycle* (daur ulang). 1.9 Melakukan percobaan pengolahan limbah cair. 1.10 Melakukan percobaan pengolahan limbah padat.

F. Cek Kemampuan Awal

No.	Pertanyaan	Benar	Salah
1.	Jelaskan struktur film reproduksi/ grafika.		
2.	Jelaskan tentang pembagian kertas.		
3.	Menjelaskan tentang jenis-jenis kertas.		
4.	Menjelaskan bahan dasar membuat tinta cetak offset.		
5.	Menjelaskan proses produksi pada perusahaan percetakan.		
6.	Jelaskan macam-macam limbah percetakan.		

BAB II
PEMBELAJARAN

A. Deskripsi

Bahan ajar ini mempelajari tentang limbah percetakan. Mempelajari materi ini akan memudahkan peserta didik memahami macam-macam limbah percetakan serta belajar materi bahan ajar berikutnya, yaitu memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya.

Dengan menguasai bahan ajar ini, peserta didik diharapkan mampu menjelaskan limbah yang muncul pada tiap tahapan kerja pada proses pencetakan.

B. Kegiatan Belajar

a. Tujuan Pembelajaran

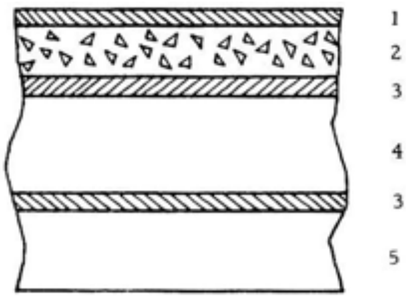
1. Menjelaskan struktur film reproduksi/ grafika.
2. Menyebutkan urutan pengolahan emulsi fotografi.
3. Menjelaskan tentang pembagian kertas.
4. Menjelaskan tentang jenis-jenis kertas.
5. Menjelaskan ciri-ciri bahan baku kertas.
6. Menjelaskan jenis-jenis utama pelat offset.
7. Menjelaskan bahan dasar membuat tinta cetak offset.
8. Menjelaskan fungsi bahan pengikat yang ada dalam tinta cetak offset.
9. Menjelaskan jenis bahan penolong yang di gunakan dalam pembuatan tinta cetak offset.
10. Menjelaskan proses produksi pada perusahaan percetakan.
11. Menjelaskan limbah yang diakibatkan oleh proses pencetakan.
12. Menjelaskan macam-macam limbah percetakan.

b. Uraian Materi

1. Bahan Baku Industri Percetakan

a. Film Reproduksi

Film grafika dapat dibagi dalam dua kelompok utama, yaitu : film lith dan film nada penuh. Susunan/ struktur film grafika, terdiri atas :



Gambar 1. Struktur film

1. Lapisan Pelindung

Inilah lapisan tipis untuk melindungi lapisan emulsi di bawahnya terhadap kerusakan mekanis. Selain itu lapisan ini mempunyai tujuan guna mencegah timbulnya cincin Newton. Meskipun lapisan khusus ini telah ada, kadang-kadang cincin Newton itu masih dapat terjadi, misalnya bila kelembaban relatif dalam kamar gelap terlampau tinggi dan filmnya tertekan dengan hampa udara yang terlampau kuat.

2. Lapisan Emulsi

ialah lapisan terpenting pada film dan terdiri dari butir-butir perak halo genida yang peka cahaya. Lapisan ini biasanya terdiri dari campuran beberapa jenis emulsi yang ciri-ciri khasnya telah ditentukan.

Susunannya bervariasi menurut penggunaan filmnya :

a. Emulsi yang sangat peka umumnya berbutir lebih kasar dari emulsi yang kurang peka. Dapat dikatakan bahwa makin besar butiran peraknya, makin peka emulsinya.
b. Emulsi yang terdiri dari kumpulan butir yang beraneka besarnya, mempunyai gradasi yang lunak.
c. Emulsi yang terdiri dari butir yang besarnya hampir sama, mempunyai gradasi yang keras.

Pengolahan emulsi fotografi merupakan suatu pekerjaan yang meminta ketelitian dan waktu lama. Untuk itu diperlukan proses kimia yang sangat rumit. Pengolahan emulsi fotografi dapat dibagi dalam lima tahap :

a. Pengendapan perak halogenida dalam selatin
b. Pematangan secara fisik
c. Pencucian emulsi
d. Pematangan secara kimia
e. Pengerjaan akhir emulsi

3. Lapisan Substrat

adalah lapisan khusus yang gunanya untuk merekat-eratkan emulsi atau lapisan punggung (anti halo) pada lapisan dasar.

4. Lapisan Dasar

adalah lapisan film grafika yang biasanya terdiri dari triaserat atau poliester. Film triasetat tidak selalu tetap ukuran, tetapi baik sekali untuk pengerjaan hitam puih biasa. Untuk pengerjaan yang memerlukan ukuran tetap yang sangat teliti (misalnya untuk pemisahan warna, kartografi dan sebagainya) ternyata film dengan dasar poliester di dalam praktek sedemikian stabil atau mantap hingga dapat dipakai di mana-mana dengan hasil sangat baik. Karena itu, pelat kaca hanya dipergunakan dalam hal-hal yang sangat khusus.

Tebal lapisan dasar berperan juga dalam membuat kopi film yang harus dibuat kopinya melalui punggung, sebaiknya lapisan dasarnya setipis mungkin. Dengan demikian gambarnya akan menjadi lebih tajam.

5. Lapisan Anti Halo

adalah lapisan khusus yang diletakkan pada punggung film grafika. Lapisan ini diwarnai dengan bahan warna tertentu yang sifat spektrum-nya dipilih sedemikian, hingga sinar yang selama penyinaran menembus emulsi,

semuanya diserap dan tidak dipantulkan pada sisi bawah lapisan emulsi (gejala halo!)

Tebal dan sifat fisik lapisan anti halo itu ditetapkan, hingga tegangan-tegangan yang terjadi dalam lapisan emulsi, pada waktu pengerjaan akhir film dapat dikompensasi, sehingga filmnya tetap datar. Bahan warna lapisan anti halo itu akan hilang seluruhnya pada waktu pencucian. Film grafika dalam pasaran dapat diperoleh sebagai film datar dengan ukuran baku atau sebagai rol dengan bermacam ukuran panjang dan lebar.

b. Kertas

Bahan baku dalam proses cetak adalah kertas dan tinta cetak. Nama kertas dalam bahasa Yunani “papyrus”, yaitu suatu tanaman air yang telah digunakan oleh orang-orang Mesir kuno sebagai bahan untuk tulis menulis. Dari kata “papyrus” ini diturunkan kata “paper” (bahasa Inggris), dan “papier” (bahasa Belanda).

Kertas (bahan cetakan) adalah merupakan bahan yang sangat penting di dalam pekerjaan cetak sehingga penyesuaian kualitas dari kertas (bahan cetakan) akan sangat dominan di dalam menentukan/menghasilkan kualitas cetak. Kertas (bahan cetakan) dapat dibagi menjadi :

1. *Uncoated*, yang termasuk uncoated antara lain : HVS, HVO, Kertas koran, dll. Uncoated mempunyai sifat penyerapan besar, permukaan yang kasar, mudah terjadi picking (tercabut), PH rendah sehingga lambat kering, dan karena permukaannya bergelombang (tidak rata) maka hasil cetak tidak menimbulkan gloss. Cemani Toka dalam hal ini sudah menyesuaikan tinta untuk kertas uncoated tersebut.
2. *Coated*, yang termasuk coated antara lain : art paper, *coated paper*, matt coated, cast coated, art karton, coated karton. PT Cemani Toka dalam hal ini sudah menyesuaikan tinta untuk jenis-jenis kertas coated.

3. *Non Absorption Paper*, yang termasuk non absorbtion antara lain : Vynil stiker, Yupo, Typex, Gold Foil, Alumunium Foil, art synthetic paper, dll.

Karena jenis ini tidak mempunyai daya serap, maka pengeringan terjadi secara oksidasi penuh. Biasanya timbul masalah *set off* atau lambat kering. Sehingga perlu penanganan khusus seperti :

- tidak menumpuk hasil cetakan terlalu tinggi
- PH air pembasah tidak terlalu asam (karena akan menghambat oksidasi)
- Memakai air pembasah seminim mungkin

Hati-hati karena tinta mempunyai pengeringan lebih cepat dari pada tinta biasa, tidak sampai lapisan tinta mengering. Menurut Dameria (2005 : 98), jenis kertas terbagi menjadi 3 (tiga), yaitu :

1. Kertas berdasarkan jenis serat, kertas jenis ini terbagi menjadi 2 (dua) yaitu:

   a. kertas mengandung kayu, dengan ciri-ciri :
   - terdiri dari serat mekanis
   - tidak tahan disimpan lama
   - mudah berubah warna jika terkena matahari

   contoh : koran, HHI

   b. kertas bebas kayu, dengan ciri-ciri :
   - terdiri dari serat kimia
   - tahan disimpan lama

   contoh : HVS, HVO

2. Kertas berdasarkan pekerjaan akhir, yaitu :

   a. kertas coated, dengan ciri-ciri :
   - terdiri dari kertas dasae dan lapisan kapur dengan bahan perekat
   - permukaannya halus dan mengkilap (*gloss*)
   - daya serap terhadap minyak lemah

contoh : art paper, kunsdruk

b. kertas uncoated, dengan ciri-ciri :

- tidak diberi lapisan kapur
- permukaan kertas kasar tapi bisa juga dihaluskan
- daya serap terhadap minyak kuat

contoh : koran,HHI, HVS, HVO

3. Kertas berdasarkan penggunaannya, yaitu :
   a. Kertas cetak, seperti HVO, koran, art paper
   b. Kertas tulis, seperti HVS, kertas gambar
   c. Kertas bungkus, seperti casing, kertas sampul, kertas samson
   d. Kertas khusus, seperti kertas uang, kertas sigaret, kertas tisue.

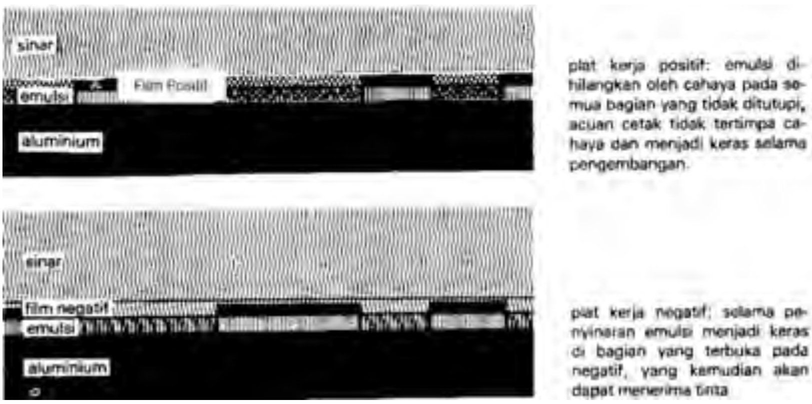
Bahan baku kertas ada 2 (dua) macam bahan baku kertas, antara lain :

a. Pulp mekanis, dengan ciri-ciri :
   - seratnya tidak murni masih mengandung lignin
   - seratnya tidak utuh (banyak yang rusak)
   - tidak tahan terhadap penyimpanan (warna kertas berubah menjadi kuning)
   - mempunyai opasitas tinggi
   - permukaan kertas lebih lunak
   - harga murah
b. Pulp kimia, dengan ciri-ciri :
   - seratnya murni, tidak mengandung lignin
   - seratnya utuh
   - lebih stabil terhadap penyimpanan
   - mempunyai opasitas lebih rendah
   - permukaan kertas lebih kaku
   - harga lebih mahal

c. <u>Pelat Cetak</u>

Selembar pelat offset adalah lembaran logam yang tipis ataupun lembaran kertas dimana acuan cetak yang ditintai dipindahkan ke atas silinder karet offset selama pelaksanaan offset. Setiap pelat offset punya 2 (dua) daerah yang terpisah dan berbeda yaitu bagian yang tidak mencetak dan bagian gambar/teks (acuan cetak).

a. Bagian yang tidak mencetak dari pelat itu tidak mengandung gambar teks atau perwujudan yang lain. Karena mempunyai sifat mengandung air, bagian ini menyerap air dan mengandung lapisan air yang tipis pada permukaannya. Ini akan menolak masuknya tinta, bila rol tinta bergulung di atasnya.
b. Bagian gambar/ teks (bagian yang mencetak) pada pelat merupakan daerah cetak, yang sedikit berminyak, sehingga menolak melekatnya air, tetapi menerima melekatnya tinta.



Gambar 2. Struktur pelat cetak offset

Pelat offset terbuat dari kertas, kertas berlapis plastik, seng, aluminium. Jenis-jenis utama pelat offset, antara lain :

- Pelat-pelat permukaan (*surface plates*) adalah pelat-pelat yang paling umum dipakai, terutama dengan mesin-mesin cetak yang lebih kecil dan duplikator. Pada pelat jenis ini bagian yang mencetak sepermukaan dengan bagian yang tidak mencetak.

- Pelat yang dietsa dalam, dimana acuan cetaknya dietsa sampai kedalaman tertentu, sedikit dibawah permukaan bidang yang tidak mencetak. Acuan cetak pada pelat logam yang dietsa ini terisi tinta, mempunyai kemampuan mengandung tinta yang lebih besar dan daya cetak yang lebih lama daripada pelat permukaan.

Pelat cetak offset dibagi menjadi 2 (dua) yaitu pelat kerja positif dan pelat kerja negatif. Yang dimaksud pelat kerja positif yaitu untuk disinari di bawah montase film positif yang menghasilkan acuan yang positif pada pelat setelah dikembangkan. Bagian yang transparan pada montasenya akan muncul sebagai bagian yang tidak mencetak di atas pelat. Sebaliknya bagian yang kelam akan muncul tercetak. Pelat kerja negatif dimaksudkan untuk disinari di bawah montase film negatif, tetapi menghasilkan acuan cetak yang positif pada pelat setelah dikembangkan.

d. Tinta

Susunan umum suatu tinta terdiri atas varnish (*vehicle*) atau bahan pengikat, pigment (zat warna/ dai), aditional agent atau bahan penolong. Varnish, pigment, additional agent diproses menjadi tinta cetak melalui proses produksi mulai dari pre mixing, grinding, mixing (*color matching*), sampai canning melalui standar proses produksi yang sudah baku dan akan mendapat hasil kualitas yang baku pula.

Tinta cetak pertama kali digunakan oleh orang China yang menemukan kertas pada tahun 100 – 200 M. Unsur-unsur dasar adalah serbuk karbon yang dilarutkan dalam lem dan minyak, dipakai dengan sebatang tabung bamboo dan kemudian hari dengan kuas. Tinta Gutenberg (1440) sedikit berbeda dalam unsur utamanya, terdiri dari minyak biji rami (70%), vernis lithografi, karbon dari minyak, serbuk tulang dan unsur tumbuh-tumbuhan (30%).

Tinta cetak modern yang unsur-unsurnya terdiri dari zat warna (*pigment*), bahan pengikat (*vehicle*), bahan pencair (*thinner*), bahan pengering (*drier*) dan pengubah (*modifier*). Seperti telah di uraikan di atas, tinta cetak offset terdiri atas pigmen, vernis, dan juga additive berupa dryer dan beberapa bahan penolong lainnya.

1. Pigmen

   Pigmen merupakan salah satu jenis bahan pewarna. Pigmen pun di bagi menjadi tiga jenis, yakni pigmen organik, pigmen anorganik dan carbon black. Mengapa pigmen di pilih sebagai bahan pewarna dalam tinta cetak offset? Alasannya, karena pigmen lebih tahan terhadap air, jadi tidak akan ikut larut saat terkena air. Partikel – partikel pigmen akan lebih condong menginfiltrasi ke dalam serat – serat kertas, sehingga ketika tinta mengering, partikel tersebut akan tersangkut di dalam serat – serat halus kertas tersebut.

   Alasan kedua mengapa pigmen di pilih sebagai bahan pewarna adalah daya tahan pudarnya lebih lama ketimbang bahan pewarna berupa *dye stuff*. Pigmen biasanya akan mampu bertahan sampai beberapa tahun jika di jaga dari intensitas terpaan udara dan sinar matahari.

   Sementara kelebihan tinta *dye stuff* ialah warnanya yang lebih cemerlang di banding dengan pigmen. Biasanya *dye stuff* di peruntukkan bagi industri tekstil, meskipun *dye stuff* ada yang di gunakan dalam bahan pewarna dalam industri cetak, kuantitasnya hanya sedikit.

   Ukuran partikel – partikel penyusun pigmen memiliki ukuran yang tidak kecil, maka dari itu ukuran partikel pigmen wajib di dispersikan guna menyatukannya dengan resin dan vernis. Semakin besar

kandungan pigmen di dalam sebuah tinta cetak, maka tingkat densitas (kepekatan) tinta tersebut pun akan besar pula.

Namun jumlah pigmen yang ada di dalam sebuah komposisi tinta cetak juga mempunyai batas tertentu (limit), karena jika tidak di batasi akan mempengaruhi hasil cetakan, bahkan merusaknya. Salah satu yang menerima indikasi dari pigmen yang berlebihan adalah tingkat viskositas (kekentalan) tinta cetak.

- Pigmen Organik

  Pigmen ini bahan bakunya di ambil dari minyak bumi, batu bara, dan bisa juga tanaman. Di dalam pigmen organik ini ada juga pigmen organik yang sintetis, dan tentu saja cara memproduksinya menggunakan proses kimiawi, di mana unsur dasarnya biasanya terdiri atas hidrogen dan karbon. Dan pigmen organik ini akan mengandung senyawa berupa oksigen, belerang, dan nitrogen.

  Biasanya pigmen organik ini memiliki bentuk berupa bubuk halus serta memiliki partikel yang lebih halus pula dan dengan sifat tersebut pigmen jenis ini akan lebih mudah untuk di dispersikan. Kelebihan pigmen jenis ini ialah, tidak memiliki sifat abrasif, memiliki daya alir yang baik dan yang terpenting pigmen organik mempunyai sifat yang lebih stabil. Namun kekurangannya adalah pigmen organik tidak terlalu tahan terhadap bahan kimia, temperatur yang tinggi, serta cahaya. Contoh dari pigmen organik: hansa yellow, phthalocyanine blue.

- Carbon Black

  Pigmen yang satu ini di dapat dari hasil pembakaran gas alam maupun minyak. Dan biasanya hasil pembakaran ini di kenal dengan istilah Thermal Black. Tujuan produksi carbon black ini adalah untuk mengantisipasi kekurangan yang terdapat pada sifat warna proses

yang mana pada pencampuran ketiga warna proses Cyan, Magenta, dan Yellow tidak menghasilkan warna hitam.

- Pigmen Anorganik

  Terbentuk dari mineral – mineral ataupun bahan galian lainnya.Pigmen anorganik juga bisa di dapat dengan proses kimiawi yang di lakukan di pabrik – pabrik. Kelebihan dari pigmen anorganik adalah mampu bertahan terhadap bahan kimia, cahaya, maupun panas. Tinta yang di hasilkan dari pigmen ini pun akan memiliki sifat reologi yang cukup baik. Akan tetapi pigmen ini memilki sifat abrasif, agak sukar pula untuk di dispersikan karena memiliki bentuk yang keras dan kasar. Variasi warna yang di hasilkannya pun akan terbatas serta intensitas warna yang di hasilkan juga tidak terlalu cerah, sehingga kekuatan warna dari pigmen ini berpotensi berkurang. Contoh pigmen anorganik : Chrome Green (Cr_203), Prussian Blue ($Fe4[Fe(CN)_6]_3$).

2. Bahan Pengikat (Vernis)

   Fungsi dari bahan pengikat di sini adalah guna mengikat partikel – partikel pigmen hingga menjadi pasta. Istilah lain dari vernis ialah *vehicle*. Selain itu vernis di gunakan untuk mengikat antar molekul bahan pewarna sehingga lebih mudah untuk di dispersikan dan berperan sebagai bahan pengikat yang membawa bahan pewarna dari bak tinta sampai ke permukaan bahan cetak dan memastikannya mengalir dengan baik. Vernis di pecah menjadi dua kelompok,yakni :

   1. Oil based ink : vernis yang di gunakan dalam tinta yang bertekstur kental,yang komposisinya terdiri dari resin dan minyak. Vernis jenis ini yang di gunakan dalam tinta cetak offset.

2. Liquid Ink : kebalikan dari vernis „oil based ink", vernis jenis ini di pakai dalam tinta yang encer, yang terdiri dari resin dan solvent. Biasanya vernis ini di gunakan dalam tinta cetak rotogravure.

a. Resin

Resin memiliki sifat yang sama dengan lem, pigmen. Resin terbuat dari getah damar yang alami maupun getah yang besifat sintetis. Resin juga di gunakan untuk meningkatkan tingkat fleksibilitas tinta, mereparasi sifat kilap tinta (*gloss*), dan menambah kemampuan daya lekat tinta ke permukaan bahan cetakan. Resin di dalam pembuatan tinta cetak tidak memiliki aroma/ bau tertentu, resin juga mudah untuk di larutkan oleh minyak/ pelarut, dapat di dispersikan dengan berbagai bahan pewarna (pigmen), serta memiliki tingkat fleksibilitas yang cukup tinggi. Jenis – jenis resin yang kerap di gunakan dalam tinta cetak ialah, CMC (Carboxymethyl Cellulose), CMHEC (Carboxymethyl Hydroxyethyl Cellulose), dan EHEC (Ethyl Hydroxyethyl Cellulose).

b. Minyak

Fungsi dari minyak dalam komposisi bahan vernis ialah guna membasahi bahan pewarna sehingga mudah di ubah ukuran partikelnya dan di gunakan untuk melarutkan resin itu sendiri. Terdapat dua jenis minyak yang di pakai dalam pembuatan tinta cetak :

1. *Drying Oil* (minyak pengering), minyak di sini di gunakan khusus dalam system pengeringan tinta cetak dengan jalur polimerisasi oksidasi, yang di gunakan dalam tinta cetak offset. Drying oil bahannya berasal dari minyak tumbuhan, contohnya: soya oil & linseed oil.

2. *Non Drying Oil* (minyak tidak mengering), minyak yang satu ini di gunakan dalam pengeringan tinta cetak yang menggunakan sistem absorpsi maupun penguapan, seperti halnya dalam pengeringan tinta cetak koran. Contohnya : minyak mineral dalam rupa kerosin, paraffin, dan olefin.

c. Pelarut (*Solvent*)

Pelarut yang di gunakan dalam tinta cetak adalah jenis pelarut yang tidak sulit untuk menguap dan juga terbakar. Pelarut di sini berguna untuk membasahi molekul – molekul bahan pewarna (pigmen) sehingga mudah untuk di dispersikan (di ubah ukuran partikelnya), serta untuk melarutkan bahan pewarna, resin dan juga beberapa bahan penolong. Selain itu, pelarut juga memiliki fungsi untuk mengatur kekentalan tinta, dan tentu saja untuk membantu proses pengeringan tinta.

Syarat – syarat yang harus di miliki oleh bahan pelarut di antaranya ialah, mudah untuk menguap, tidak beracun, mempunyai daya larut yang baik, dan mampu membasahi molekul bahan pewarna. Berdasarkan sifatnya solvent ini kembali di bagi menjadi dua kelompok, yaitu solvent yang bersifat polar maupun yang non-polar. Masing – masing dari sifat tersebut akan melarutkan senyawa yang sama sifatnya dengan sifat solvent itu sendiri, misal solvent polar akan melarutkan senyawa yang polar. Pelarut polar contohnya alkohol, eter, dan keton akan di gunakan untuk melarutkan resin yang juga bersifat polar, contohnya : shellac dan alkyd. Sedangkan untuk solvent yang non-polar contohnya : hidrokarbon akan melarutkan pula senyawa non-polar, yaitu phenolic dan maleics.

3. Bahan Penolong (*Additive*)

Sesuai dengan namanya, bahan penolong atau biasa di kenal dengan bahan additive adalah bahan – bahan tambahan (penunjang) dalam sebuah produksi/ komposisi tinta cetak, karena bahan – bahan dasar yang telah penulis sebutkan sebelumnya tidak selalu menghasilkan tinta cetak sesuai dengan yang di butuh dan inginkan. Maka dengan bahan penolong ini, kita akan mampu mendapatkan sifat – sifat tinta cetak yang pastinya lebih baik lagi, menyesuaikan dengan kebutuhan cetak itu sendiri.

Bahan penolong ini berupa zat – zat kimia yang di tambahkan untuk menyempurnakan sebuah kualitas tinta cetak, yang pada nantinya akan mampu di pergunakan sesuai dengan situasi dan kondisi pencetakan, dan juga mampu menghasilkan sebuah produk cetak yang memiliki kualitas yang bisa di bilang tidak rendah.

Tujuan utama pemberian bahan penolong adalah untuk memperbaiki sifat – sifat tinta cetak, serta untuk menyempurnakan pengikatan antara bahan pewarna dengan bahan pengikat dalam proses pendispresian. Berikut beberapa jenis bahan penolong yang kerap di gunakan dalam pembuatan tinta cetak :

1. Bahan Pengering

   Sesuai dengan namanya, bahan pengering berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan tinta cetak atau membantu tinta cetak agar semakin epat teroksidasi dan selanjutnya akan terjadi proses polimerisasi sehingga lapisan tinta akan mengeras dan menempel dengan kuat pada permukaan bahan cetakan. Bahan pengering yang biasa di gunakan adalah garam – garam logam seperti kobalt, mangan, besi dan beberapa jenis pengering lainnya. Yang mesti menjadi perhatian di dalam pengunaan bahan pengering

ialah, pencampuran dari beberapa jenis garam logam akan memiliki nilai keefektifan yang lebih tinggi di banding dngan hanya menggunakan satu jenis drier saja.

2. Plastizier

Plastizier pada dasarnya di gunakan untuk meningkatkan tingkat keelastisan tinta. Selain itu juga terdapat beberapa fungsi lainnya yakni untuk membuat tinta cetak semakin fleksibel, serta memberikan kerataan pada permukaan lapisan tinta cetak yang telah mengering. Dan untuk meminimalisir pengapuran lapisan tinta di permukaan bahan cetak. Yang terakhir, fungsi dari plastizier ini untuk menambah daya rekat tinta cetak. Contohnya : sulfonamide, adipat, fosfat.

3. Anti Set-Off

Anti set – off di gunakan untuk mengurangi terjadinya set – off pada waktu pencetakan. Anti set – off ini terbentuk dari senyawa magnesia untuk mencegah terjadinya sebuah set-off. Atau alternatif lain adalah penggunaan tepung kanji guna mengurangi kontak antara lembaran cetak yang satu dengan yang lainnya. Penggunaan anti set – off ini bisa dengan cara di semprotkan maupun dengan cara di taburi ke hasil cetakan.

4. Bahan Pelarut (Reducer)

Bahan pelarut sangat berpengaruh kepada tingkat stabilitas sebuah tinta cetak di mesin cetak, keseimbangan dengan air pembasah, kekentalan tinta, serta kecepatan pengeringan tinta cetak di atas permukaan bahan cetak. Reducer biasanya tebentuk dari mineral destilasi oil yang mana titik didihnya mencapai 300 – 380°C. Pada umumnya pabrik yang memproduksi tinta cetak sudah menyertakan bahan – bahan penolong (*additive*) ke dalam komposisi sebuah tinta cetak, namun sudah menjadi hal yang mutlak apabila di

perlukan, sejumlah bahan additive tidak menutup kemungkinan akan di lakukan penambahan guna mendapatkan hasil cetak semaksimal mungkin.

4. Proses Produksi

a. Proses desain, setting, dan imposisi elektronik

Desain berlangsung setelah adanya pesanan (order), setelah ada order dilakukan perencanaan yang lebih teliti. Proses desain baik dalam bentuk gambar atau tulisan dan dilakukan pengerjaan selanjutnya sesuai jenis order. Jika order yang dikerjakan berupa buku, perlu adanya imposisi isi, dsb. Pada tahapan ini menyebabkan limbah padat berupa kertas dan tinta printer.

b. Proses reproduksi film.

Dalam tahap ini dilakukan pemotretan untuk gambar dan tulisan yang sudah ditata, selanjutnya diproses dengan menggunakan film processor sebagai film dan positif. Pada tahapan ini menyebabkan limbah padat (potongan film dan film yang sudah tidak digunakan) dan limbah cair yang ditimbulkan dari proses kimiawi antara film dan bahan-bahan pengembang film (developer, fixer, dll.)

c. Proses pembuatan pelat.

Ini adalah proses pembuatan pelat offset, dimana film ditata di atas lembaran pelat aluminium dengan menggunakan pelat processor yang menggunaan campuran bahan kimia dengan tujuan untuk memperjelas gambar. Dengan menggunakan teknologi CtCP atau CtP prosesnya tidak melalui film, dari komputer langsung pembuatan pelat. Pada tahapan ini menyebabkan limbah padat (pelat yang sudah tidak digunakan) dan limbah cair yang ditimbulkan dari

proses kimiawi antara pelat cetak dan bahan-bahan pengembang pelat (developer, dll.)

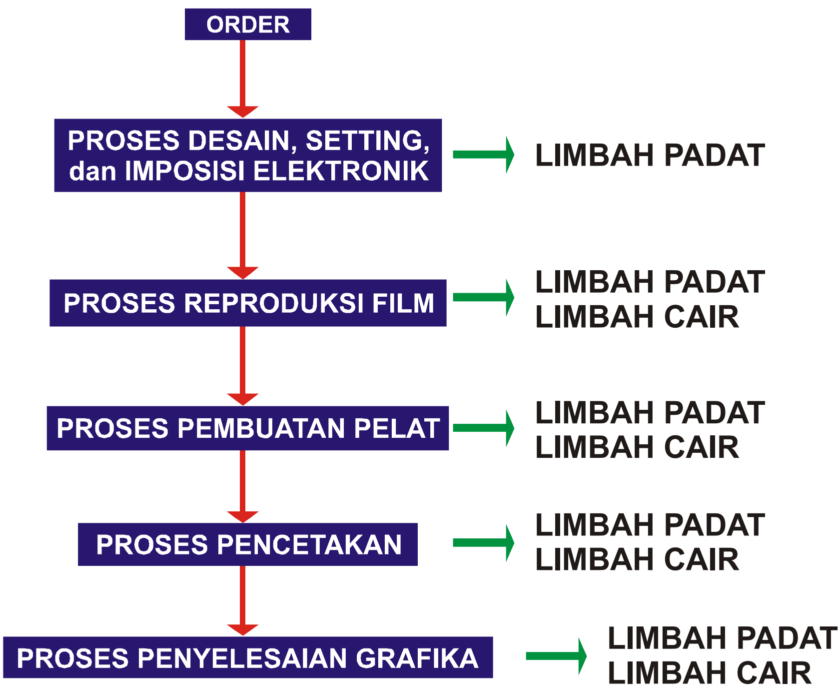
d. Proses pencetakan.

Dalam tahap ini pelat cetak offset digunakan sebagai acuan cetak pada mesin cetak. Pada tahapan ini menyebabkan limbah padat (kaleng tinta, galon, kain majun yang kotor, dll.) dan limbah cair dari tinta, *plate cleaner*, sabun, *fountain solution*, wash bensin, oli, dll.

e. Proses penyelesaian grafika.

Cetakan diproses dibagian ini sesuai dengan jenis pekerjaan dan permintaan konsumen. Pada tahapan ini menyebabkan limbah padat (berupa kertas, plastik pembungkus/ tali, papan, dll) dan limbah cair dari lem, oli, dll.

Pemetaan munculnya limbah dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. Diagram Pemetaan Terjadinya Limbah

c. Rangkuman

- Susunan/ struktur film grafika, terdiri atas lapisan pelindung , lapisan emulsi, lapisan substrat, lapisan dasar, dan lapisan anti halo.
- Kertas (bahan cetakan) dapat dibagi menjadi : *uncoated*, *coated*, dan *non absorption paper*.
- Menurut Dameria (2005 : 98), jenis kertas terbagi menjadi 3 (tiga), yaitu : kertas berdasarkan jenis serat, kertas berdasarkan pekerjaan akhir, dan kertas berdasarkan penggunaannya.
- Bahan baku kertas ada 2 (dua) macam bahan baku kertas, antara lain : pulp mekanis dan pulp kimia.
- Jenis-jenis utama pelat offset, antara lain : pelat-pelat permukaan (*surface plates*) dan pelat yang dietsa dalam.
- Pelat cetak offset dibagi menjadi 2 (dua) yaitu pelat kerja positif dan pelat kerja negatif.
- Tinta cetak offset terdiri atas pigmen, vernis, dan juga additive berupa dryer dan beberapa bahan penolong lainnya.
- Vernis di pecah menjadi dua kelompok, yakni oil based ink dan liquid ink.
- Terdapat dua jenis minyak yang di pakai dalam pembuatan tinta cetak, yaitu d*rying oil* (minyak pengering) dan *non drying oil* (minyak tidak mengering).
- Beberapa jenis bahan penolong yang kerap di gunakan dalam pembuatan tinta cetak, yaitu bahan pengering, plastizier, anti set-off, dan bahan pelarut (*reducer*).
- Proses produksi meliputi proses desain, setting, dan imposisi elektronik; reproduksi film; pembuatan pelat; pencetakan; dan penyelesaian grafika.

d. Tugas

- Buatlah laporan pengamatan mengenai limbah yang muncul yang diakibatkan oleh proses percetakan offset dan percetakan sablon. Pengamatan dilakukan pada percetakan disekitar anda.

c. Lembar Kerja Peserta Didik

1. Alat
   - Pulpen
   - Penggaris
2. Bahan
   - Kertas
3. Keselamatan Kerja
   - Teliti dan cermat dalam melakukan pengamatan limbah.
   - Taati prosedur dimana anda melakukan pengamatan.
4. Langkah Kerja
   - Mengamati setiap proses kegiatan pencetakan yang mengakibatkan munculnya limbah.
   - Mencatat semua limbah yang muncul.
   - Mengecek kembali hasil pengamatan yang telah ditulis.
   - Melaporkan hasil pengamatan pada guru/ mentor.

BAB III
EVALUASI

A. Attitude Skills

No. (n)	Aspek Sikap /ranah Non-instruksional/ (Attitude)	Skor Perolehan							
		Believe (B) (Preferensi oleh Peserta didik ybs.)				**Evaluation (E)** (Oleh Guru/ mentor)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kedisiplinan								
2.	Kejujuran								
3.	Kerja sama								
4.	Mengakses dan mengorganisasi informasi								
5.	Tanggung jawab								
6.	Memecahkan masalah								
7.	Kemandirian								
8.	Ketekunan								

$$\text{Nilai Attitude (NA)} = \frac{\sum \text{skor}}{8}$$

Keterangan :

- Peserta didik dapat mengisi skor diri sendiri terlebih dahulu, kemudian diserahkan kepada guru/ mentor untuk diisi dan diolah nilai NA

B. Kognitif Skills

No.	**Soal**	**Skor**				
		0	1	2	3	4
1.	Jelaskan struktur film reproduksi/ grafika.					
2.	Sebutkan urutan pengolahan emulsi fotografi.					
3.	Jelaskan tentang pembagian kertas.					
4.	Jelaskan tentang jenis-jenis kertas.					
5.	Jelaskan ciri-ciri bahan baku kertas.					
6.	Jelaskan jenis-jenis utama pelat offset.					
7.	Jelaskan bahan dasar membuat tinta cetak offset.					

8.	Jelaskan fungsi bahan pengikat yang ada dalam tinta cetak offset.					
9.	Jelaskan jenis bahan penolong yang di gunakan dalam pembuatan tinta cetak offset.					
10.	Jelaskan proses produksi pada perusahaan percetakan.					

$$\text{Nilai Kognitif (NA)} = \frac{\sum \text{skor}}{10}$$

C. Psikomotorik skills

- Lakukan pengamatan limbah pada percetakan.
- Diskusikan limbah yang muncul akibat proses pencetakan offset dan percetakan sablon.

Aspek Keterampilan yang dinilai

No.	**Aspek Keterampilan**	**Skor**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Keaktifan dalam diskusi				
2.	Kemampuan berkomunikasi				
3.	Penguasaan materi				
4.	Peran serta aktif dalam diskusi				
5.	Kemampuan membuat notulen diskusi				
6.	Hasil pengamatan limbah				

D. Produk/ benda kerja sesuai kriteria standar

- Laporan hasil pengamatan dan diskusi.

E. Batasan waktu yang telah ditetapkan

- 4 x 45 menit

BAB IV
PENUTUP

Setelah menyelesaikan bahan ajar ini, peserta didik diharapkan dapat memahami limbah yang muncul akibat proses pencetakan. Apabila peserta didik dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evalusi dalam bahan ajar ini, maka peserta didik dapat melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung dari pihak dunia industri atau asosiasi profesi yang berkompeten. Atau apabila peserta didik telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap bahan ajar, maka hasil yang berupa nilai dari instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi bagi pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat peserta didik berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau lembaga sertifikasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Dameria, Anne. *Panduan Designer dalam Produksi Cetak dan Digital Printing*. 2005. Jakarta : Link & Match Graphics

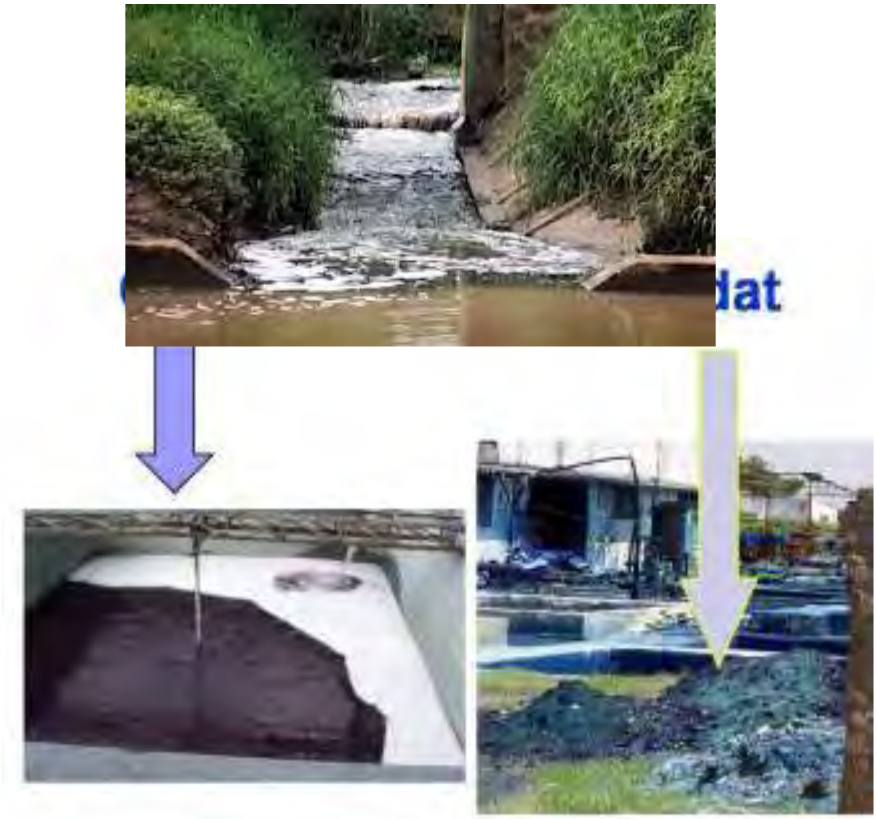
Kiphan, Helmut. 2000. *Handbook Print Media*. Germany : Heidelberg

Muryeti. 2008. *Ilmu Bahan Grafika I*. Depok: Teknik Grafika & Penerbitan

Wasono, Antonius Bowo. 2008. *Teknik Grafika dan Industri Grafika*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional

https://www.facebook.com/EVolPrinting/posts/167815813401031

Memilah Limbah Percetakan sesuai dengan Jenisnya



2013

Memilah Limbah Percetakan sesuai dengan Jenisnya

Penyusun :
Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Editor Isi :
Endro Purnomo, S.Pd

Editor Bahasa :
Ir. Dwyacitta Prasasti

2013

Kata Pengantar

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyusun bahan ajar untuk Bidang Keahlian Grafika. Bahan ajar ini disusun sebagai sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2013, dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi dunia kerja. Bahan ajar ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja.

Namun demikian, karena dinamika perubahan dunia kerja begitu cepat terjadi, maka bahan ajar ini masih akan selalu diminta masukan untuk bahan perbaikan atau revisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Dalam kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama kepada BMTI-P4TK Bandung atas pendampingan dalam penulisan bahan ajar ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas bahan ajar. Dalam bahan ajar ini memuat tentang memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya. Dengan mengelompokkan limbah cair dan limbah padat, peserta didik diharapkan dapat memberikan metode penanganan limbah yang tepat, demi menjaga kelestarian lingkungan.

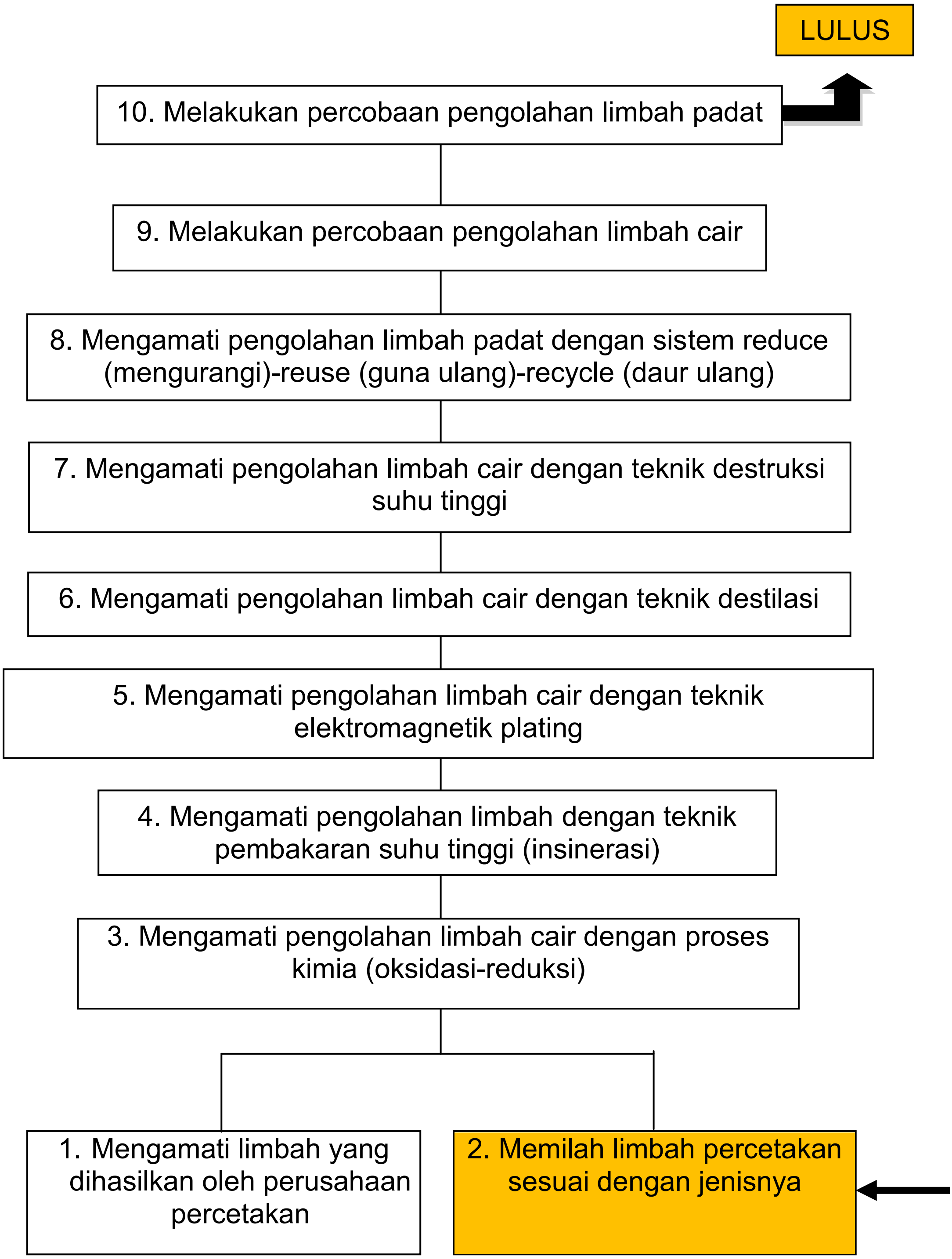
Demikian, semoga bahan ajar ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta didik SMK Bidang Keahlian Grafika, atau praktisi yang sedang mengembangkan bahan ajar SMK.

Penyusun

Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Daftar Isi

Peta Kedudukan Bahan Ajar
PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PERCETAKAN



Glosarium

Istilah	Keterangan
Nilai Ambang Batas	Batas maksimum perasaan aman manusia berada ditempat kerjanya meskipun banyak hal terjadi.
pH	Ukuran keasaman atau kebasaan suatu larutan, mempunyai skala 0 – 14. Larutan netral pH = 7, larutan asam pH < 7, larutan basa pH >7.
Limbah Organik	Limbah mudah membusuk, seperti sisa makanan, sayuran, daun-daunan kering, potongan-potongan kayu, dan sebagainya

BAB I
PENDAHULUAN

G. Deskripsi

Dalam bahan ajar ini peserta didik akan mempelajari tentang memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya. Apabila peserta didik telah mempelajari dan menguasai bahan ajar ini, maka peserta didik diharapkan dapat menggolongkan limbah cair dan limbah padat.

H. Prasyarat

Peserta didik sebelum mempelajari bahan ajar ini sebaiknya melakukan pengamatan mengenai limbah yang muncul akibat proses pencetakan pada perusahaan percetakan. Hal ini dimaksud agar peserta didik lebih mudah memahami materi yang dipelajari pada bahan ajar ini.

Disamping itu peserta didik dalam mempelajari bahan ajar ini harus menyimak dengan tekun dan teliti, agar materi dapat terserap dengan baik.

I. Petunjuk Penggunaan

8. Pelajari daftar isi serta peta kedudukan bahan ajar dengan cermat dan teliti. Karena dalam peta kedudukan bahan ajar akan nampak kedudukan bahan ajar yang sedang peserta didik pelajari dengan bahan ajar yang lain.
9. Kerjakan soal-soal dalam cek kemampuan untuk mengukur sampai sejauh mana pengetahuan yang telah peserta didik miliki.
10. Apabila dari soal dalam cek kemampuan telah peserta didik kerjakan dan 70 % terjawab dengan benar, maka peserta didik dapat langsung menuju Evaluasi untuk mengerjakan soal-soal tersebut. Tetapi apabila hasil jawaban peserta didik tidak mencapai 70 % benar, maka peserta didik harus mengikuti kegiatan pemelajaran dalam bahan ajar ini.
11. Perhatikan urutan materi dengan benar untuk mempermudah dalam memahami isi yang dimaksud.
12. Kerjakan soal-soal evaluasi sebagai sarana latihan.
13. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada guru/instruktur.

14. Catatlah kesulitan yang peserta didik dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada guru pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi bahan ajar agar peserta didik mendapatkan tambahan pengetahuan.

J. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari bahan ajar ini diharapkan peserta didik dapat:

13. Menjelaskan perbedaan limbah dan sampah.
14. Menjelaskan pengertian dari limbah.
15. Menjelaskan limbah berdasarkan jenisnya.
16. Menjelaskan karakteristik limbah beracun.
17. Menyebutkan beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas limbah padat dan limbah cair.
18. Menjelaskan beberapa cara penanganan limbah.
19. Menjelaskan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan percetakan.
20. Memilahkan limbah cair dan limbah padat pada masing-masing proses produksi sesuai dengan jenisnya.

K. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
5. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.3 Menyadari dan menghayati kesempurnaan ciptaan Tuhan alam dan segala isinya dengan mengolah limbah percetakan menjadi sesuatu yang berguna bagi sesama dan lingkungan. 1.4 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dengan menjaga kelestarian dan menghindari kerusakan lingkungan sebagai akibat dari limbah industri grafika.
6. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.4 Menjalankan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam melakukan pengolahan limbah cair dan padat. 2.5 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah pengolahan limbah cair dan padat. 2.6 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan efek limbah dari percetakan, baik cair maupun padat.
7. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan procedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.11 Mengidentifikasi limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 3.12 Menggolongkan jenis limbah percetakan. 3.13 Mengenali pengolahan limbah cair dengan proses kimia (*oksidasi-reduksi*). 3.14 Mengenali pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 3.15 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 3.16 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 3.17 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 3.18 Mengenali pengolahan limbah padat dengan sistem *Reduce* (mengurangi), *Reuse* (guna ulang), dan *Recycle* (daur ulang). 3.19 Menjelaskan pengolahan limbah cair. 3.20 Menjelaskan pengolahan limbah padat.
8. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 4.2 Memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya. 4.3 Mengamati pengolahan limbah cair dengan proses kimia (oksidasi-reduksi). 4.4 Mengamati pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 4.5 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 4.6 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 4.7 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 4.8 Mengamati pengolahan limbah padat dengan sistem reduce (mengurangi), reuse (guna ulang), dan recycle (daur ulang). 4.9 Melakukan percobaan pengolahan limbah cair. 4.10 Melakukan percobaan pengolahan limbah padat.

L. Cek Kemampuan Awal

No.	Pertanyaan	Benar	Salah
1.	Jelaskan perbedaan limbah dan sampah.		
2.	Jelaskan pengertian dari limbah.		
3.	Menjelaskan limbah berdasarkan jenisnya.		
4.	Menjelaskan karakteristik limbah beracun.		
5.	Menjelaskan beberapa cara penanganan limbah.		
6.	Menjelaskan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan percetakan.		

BAB II
PEMBELAJARAN

C. Deskripsi

Bahan ajar ini mempelajari tentang limbah percetakan. Mempelajari materi ini akan memudahkan peserta didik memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya serta belajar materi bahan ajar berikutnya, yaitu mengamati pengolahan limbah cair dengan proses kimia (oksidasi-reduksi).

Dengan menguasai bahan ajar ini, peserta didik diharapkan mampu menggolongkan limbah yang muncul pada tiap tahapan kerja pada proses pencetakan.

D. Kegiatan Belajar

e. Tujuan Pembelajaran

13. Menjelaskan perbedaan limbah dan sampah.
14. Menjelaskan pengertian dari limbah.
15. Menjelaskan limbah berdasarkan jenisnya.
16. Menjelaskan karakteristik limbah beracun.
17. Menyebutkan beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas limbah padat dan limbah cair.
18. Menjelaskan beberapa cara penanganan limbah.
19. Menjelaskan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan percetakan.
20. Memilahkan limbah cair dan limbah padat pada masing-masing proses produksi sesuai dengan jenisnya.

f. Uraian Materi

Pada pokok bahasan sebelumnya perihal mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan telah diuraikan limbah padat maupun cair yang muncul akibat proses pencetakan. Dengan demikian anda akan lebih mudah memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya, yaitu limbah padat dan limbah cair. Sebelum membahas lebih dalam mengenai macam-macam limbah percetakan, ada baiknya dijelaskan dulu, perbedaan limbah dengan sampah. Kedua istilah tersebut pada dasarnya merupakan sisa bahan buangan yang tidak digunakan lagi, walaupun masih dapat diproses untuk kegunaan lain.

Berdasarkan sumbernya, limbah domestik bisa berasal dari permukiman penduduk, lingkungan perkantoran, pertokoan dan pasar, maupun industri. Berdasarkan kandungan zat kimianya limbah domestik dibedakan menjadi dua, yaitu: (a) anorganik, seperti misalnya plastik, logam-logam, pecahan gelas dan abu, dan (b) organik seperti sisa makanan, kertas, dedaunan, sisa makanan buah dan sayur. Dan berdasarkan mudah tidaknya dibakar, juga dibedakan menjadi dua, yaitu: (a) mudah dibakar (kertas, karet, plastik, kain dan kayu), dan (b) tidak mudah dibakar (kaca, kaleng)

LIMBAH

Limbah adalah sisa suatu usaha atau kegiatan. Apabila tumpukan sampah tidak cepat dikelola, maka sampah akan berubah menjadi limbah, karena tumpukan sampah terkena dengan air. Selain berasal dari sampah. limbah juga bisa berasal dari kegiatan industri. Pengelolaan limbah membutuhkan biaya besar karena didalam proses pengelolaannya diperlukan peralatan dan teknologi yang canggih. Di Indonesia setiap industri yang menghasilkan limbah tidak perlu membangun unit pengelolaan limbah karena limbah dapat dikumpulkan dan disimpan dengan baik sehingga aman bagi lingkungan. Setelah jumlahnya cukup, dikirim ke perusahaan yang khusus mengelola limbah. Pengelolaan limbah dengan sampah hampir sama karena limbah berasal dari sampah, hanya saja pengelolaan limbah lebih sulit karena limbah sudah tercampur, sehingga sulit melakukan pemisahan antara sampah yang masih bermanfaat dengan sampah yang tidak bermanfaat.

SAMPAH

Sampah merupakan suatu benda yang tidak digunakan dan harus dibuang. Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat. Penghasil sampah adalah setiap orang atau akibat proses alam yang menghasilkan sampah. Hampir semua sampah bisa didaur ulang baik untuk pupuk atau lainnya. Apabila tidak dikelola akan menyebabkan pencemaran lingkungan serta menimbulkan penyakit. Mengubah kebiasaan masyarakat untuk hidup bersih dan sehat memang sulit, masih banyak warga yang membuang sampah sembarangan, kriteria sehatnya suatu kota maupun desa tergantung pada sampah. Kalau sampah masih berserakan di mana-mana, pertanda kawasan itu belum sehat. Banyaknya sampah akan mendatangkan berbagai kuman sumber penyakit. Oleh sebab itu kepedulian dan kesadaran terhadap sampah ini harus ditumbuhkan supaya lingkungan tetap sehat dan bersih dari tumpukan sampah.

Sampah identik dengan kegiatan manusia secara individu maupun berkelompok. Limbah lebih identik dengan suatu kegiatan atau proses yang lebih kompleks seperti yang ada di lingkungan industri. Hasil kegiatan atau aktivitas atau proses industri yang tidak dapat digunakan kembali dapat disebut limbah, tetapi beberapa limbah industri kini dapat dimanfaatkan kembali.

Kegiatan pembangunan yang paling banyak menimbulkan pencemaran adalah limbah industri, limbah permukiman dan kota, limbah kendaraan bermotor, limbah pertanian dan pariwisita. Akibatnya lingkungan hidup yang tercemar adalah adalah perairan, sungai, danau, pesisir, udara dan tanah. Untuk mengurangi tingkat pencemaran, maka yang harus dilakukan adalah meningkatkan efisiensi pengolahan bahan dalam setiap kegiatan pembangunan, dan pengembangan teknologi daur ulang limbah dalam kegiatan-kegiatan tersebut. Selain dari pada itu perlu pula dikembangkan industri hilir yang menggunakan limbah dari industri hulu sebagai bahan bakunya, serta dikembangkan pengaturan nilai ambang batas limbah maksimum yang masih dibolehkan dibuang ke dalam lingkungan hidup, yaitu limbah yang tidak melebihi kemampuan lingkungan alam untuk mencernanya. Sehubungan dengan hal tersebut maka jelaslah bahwa pengolahan dan daur ulang limbah wajib dilakukan oleh setiap industri. Industri yang melaksanakan sistem pengolahan daur ulang limbah, demi terciptanya lingkungan yang kondusif, sehat dan nyaman.

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Dimana masyarakat bermukim, disanalah berbagai jenis limbah akan dihasilkan. Ada sampah, ada air kakus (*black water*), dan ada air buangan dari berbagai aktivitas domestik lainnya (*grey water*). (http://id.wikipedia.org/wiki/Limbah)

Limbah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Limbah merupakan didefinisikan oleh manusia menurut derajat keterpakaiannya, dalam proses-proses alam sebenarnya tidak ada konsep sampah, yang ada hanya produk-produk yang dihasilkan setelah dan selama proses alam tersebut berlangsung, akan tetapi karena dalam kehidupan manusia didefinisikan konsep lingkungan maka limbah berdasarkan jenisnya dapat dibagi menjadi 4 (empat) empat bagian :

a. Limbah cair biasanya dikenal sebagai entitas pencemar air. Komponen pencemaran air pada umumnya terdiri dari bahan

buangan padat, bahan buangan organik, dan bahan buangan anorganik.

b. Limbah padat.

c. Limbah gas dan partikel.

d. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun).

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas limbah padat dan limbah cair adalah volume limbah, kandungan bahan pencemar, dan frekuensi pembuangan limbah. Untuk mengatasi limbah padat dan limbah cair ini diperlukan pengolahan dan penanganan limbah yang tepat.

Limbah percetakan digolongkan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Limbah B3 tidak dapat begitu saja ditimbun, dibakar atau dibuang ke lingkungan , karena mengandung bahan yang dapat membahayakan manusia dan makhluk hidup lain. Limbah ini memerlukan cara penanganan yang lebih khusus dibanding limbah yang bukan B3. Limbah B3 perlu diolah, baik secara fisik, biologi, maupun kimia sehingga menjadi tidak berbahaya atau berkurang daya racunnya. Setelah diolah limbah B3 masih memerlukan metode pembuangan yang khusus untuk mencegah resiko terjadi pencemaran.

Hampir pada setiap tahapan produksi menghasilkan limbah, mulai dari desain hingga pekerjaan penyelesaian grafika. Limbah-limbah tersebut memerlukan penanganan yang menyeluruh dan tepat, agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan. Ada beberapa cara menangani limbah, tapi dalam menentukan metode apa yang digunakan untuk mengolah limbah, harus disesuaikan dengan jenis limbahnya. Penanganan limbah juga memperhatikan lingkungan, hindari cara yang bahkan justru mencemari atau membahayakan lingkungan, misalnya dengan dibakar. Limbah yang dibakar, menyebabkan pencemaran udara dan jika sembrono dapat memicu terjadinya kebakaran.



Gambar 1. Limbah Plastik dan Kaleng

Ada 9 (sembilan) cara menangani limbah, yaitu :

1. Dibuatkan Tempat Pembuangan Khusus

   Untuk limbah yang berbentuk cair, bisa dibuatkan sumur pembuangan khusus yang letaknya berjauhan dengan sumber air sehingga tidak mencemari air masyarakat. Sedangkan nuklimbah padat, basanya dibuatkan tempat pembuangan yang memiliki cerobong yang sangat tinggi sehingga baunya tidak mengganggu masyarakat.

2. Sebagai Bahan Baku Produk Turunan

   Beberapa limbah padat maupun cair bila diolah lagi untuk dijadikan sebagai bahan baku produk turunannya yang lain. Seperti misalnya: limbah batok kelapa yang diolah menjadi briket batok kelapa.

3. Di Daur Ulang

   Beberapa jenis limbah yang memungkinkan untuk di daur ulang sebelumnya dipisahkan dengan limbah yang tidak bisa didaur ulang.



Sumber : http://pemulungcute.blogspot.com/

Gambar 2. Limbah Kertas

4. Dinetralisir

   Cara ini bisa digunakan untuk menangani jenis limbah cair, dengan menetralisir limbah cair, berarti kita telah melakukan suatu proses penjernihan sehingga air limbah dapat dimanfaatkan kembali.

5. Dikubur dalam Tanah

   Cara penanganan sampah dengan cara dikubur atau ditanam dalam tanah. Limbah yang akan dikubur sebaiknya limbah yang bisa terurai artinya limbah plastik dan sejenisnya tidak disarankan untuk ditimbun/ dikubur.

6. Dijadikan Pakan Ternak

   Beberapa jenis limbah, biasanya yang berbentuk padat dan basah, bisa digunakan sebagai bahan campuran pakan ternak yang bisa meningkatkan kadar kandungan pakan ternak itu sendiri.

7. Dijadikan Sebagai Sumber Energi Alternatif

   Kandungan sebuah zat pada limbah bisa dimanfaatkan sebagai suumber energi alternatif. Contohnya adalah penggunaan limbah kotoran sapi sebagai pengganti gas LPG

8. Dimanfaatkan Untuk Proses Produksi Selanjutnya

   Sebagai contoh, limbah kayu dan serbuk kayu pada perusahaan furniture bisa dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar pada proses pengovenan. Selain bisa mengurangi jumlah limbah, cara

penanganan limbah seperti ini bisa digunakan untuk menghemat biaya produksi

9. Dijadikan Pupuk

   Pupuk tidak hanya berbentuk kompos karena dengan penggunaan teknologi pengolahan limbah, limbah padat maupun cair dapat menjadi beberapa jenis pupuk, diantaranya adalah pupuk kompos dan juga pupuk cair.



Sumber : http://203.21.74.29/sgimage/14/162414_sampahpercetakan1.jpg

Gambar 3. Limbah Kertas dan Plastik

Berikut diuraikan pemetaan limbah yang dihasilkan perusahaan pencetakan yang menggunakan mesin cetak offset sesuai dengan jenisnya :

1. Limbah Padat

   a. Desain dan setting

No.	LImbah
1.	Kertas yang terkontaminasi tinta printer

   b. Pembuatan film

No.	LImbah
1.	Film reproduksi
2.	Galon plastik

Sumber : http://203.21.74.29/sgimage/14/162414_sampahpercetakan1.jpg

3.	Kertas/ kardus

c. Pembuatan pelat cetak

No.	LImbah
1.	Pelat cetak
2.	Galon plastik
3.	Kertas/ kardus



Sumber : http://pemulungcute.blogspot.com/

Gambar 4. Limbah Jirigen Plastik

d. Proses Pencetakan

No.	LImbah
1.	Kertas yang terkomtaminasi tinta cetak
2.	Pelat cetak
3.	Kain karet
4.	Kaleng tinta
5.	Galon plastik
6.	Kain majun yang telah terkomtaminasi
7.	Plastik pembungkus
8.	Kain molton
9.	Sponge
10.	Dll.



Sumber : http://barokahscrapsurabaya.indonetwork.co.id/3094313/limbah-plastik.htm

Gambar 5. Limbah Plastik

e. Penyelesaian grafika

No.	LImbah
1.	Kertas yang terkomtaminasi tinta
2.	Plastik
3.	Kertas
4.	Papan pembungkus kertas
5.	Spiral plastik
6.	Kawat jahit
7.	Kertas Linen

2. Limbah Cair

a. Desain dan setting

No.	LImbah
1.	Tinta printer

b. Pembuatan film

No.	LImbah
1.	Developer
2.	Fixer
3.	Hardener

4.	Reducer
5.	Intensifier
6.	Larutan film

c. Pembuatan pelat cetak

No.	LImbah
1.	Developer
2.	Larutan pelat cetak

d. Proses Pencetakan

No.	LImbah
1.	Plate cleaner
2.	Gom
3.	Fountain solution
4.	Oli
5.	Tinta
6.	Vernis
7.	Wash bensin
8.	Korektor pelat
9.	B-Matic Wash AIII (pembersih rol dan kain karet).
10.	Calcium Remover GEL (pembersih kalsium/ zat kapur yang menempel di rol tinta)
11.	Rol-O-Past
12.	OO Varnish
13.	Dll.

e. Penyelesaian grafika

No.	LImbah
1.	Lem
2.	Oli
3.	Dll.

g. Rangkuman

- Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Dimana masyarakat bermukim, disanalah berbagai jenis limbah akan

dihasilkan. Ada sampah, ada air kakus (*black water*), dan ada air buangan dari berbagai aktivitas domestik lainnya (*grey water*).

- Limbah berdasarkan jenisnya dapat dibagi menjadi 4 (empat) empat bagian, yaitu : limbah cair, limbah padat, limbah gas dan partikel, dan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun).
- Karakteristik limbah beracun, antara lain: limbah mudah meledak, limbah mudah terbakar, limbah reaktif, limbah beracun, limbah penyebab infeksi, dan limbah yang bersifat korosif.
- Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas limbah padat dan limbah cair adalah volume limbah, kandungan bahan pencemar, dan frekuensi pembuangan limbah.
- Limbah percetakan digolongkan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Limbah B3 perlu diolah, baik secara fisik, biologi, maupun kimia sehingga menjadi tidak berbahaya atau berkurang daya racunnya. Setelah diolah limbah B3 masih memerlukan metode pembuangan yang khusus untuk mencegah resiko terjadi pencemaran.
- Ada 9 (sembilan) cara menangani limbah, yaitu : (1) dibuatkan tempat pembuangan khusus, (2) sebagai bahan baku produk turunan, (3) di daur ulang, (4) dinetralisir, (5) dikubur dalam tanah, (6) dijadikan pakan ternak, (7) dijadikan sebagai sumber energi alternatif, (8) dimanfaatkan untuk proses produksi selanjutnya, dan (9) dijadikan pupuk.

h. Tugas

- Buatlah laporan pengamatan penanganan limbah yang dilakukan oleh perusahaan percetakan.
- Buatlah tabel penggolongan limbah cair dan limbah padat. Pengamatan dilakukan pada percetakan disekitar anda.

i. Lembar Kerja Peserta Didik

5. Alat
   - Pulpen
   - Penggaris
6. Bahan
   - Kertas
7. Keselamatan Kerja
   - Teliti dan cermat dalam melakukan pengamatan limbah.
   - Taati prosedur dimana anda melakukan pengamatan.
8. Langkah Kerja
   - Mengamati setiap proses kegiatan pencetakan yang mengakibatkan munculnya limbah.
   - Mencatat semua limbah yang muncul.
   - Memilahkan limbah percetakan sesuai dengan jenisnya.
   - Mengecek kembali hasil pengamatan yang telah ditulis.
   - Melaporkan hasil pengamatan pada guru/ mentor.

BAB III
EVALUASI

F. Attitude Skills

No. (n)	Aspek Sikap /ranah Non-instruksional/ (Attitude)	Skor Perolehan							
		Believe (B) (Preferensi oleh Peserta didik ybs.)				**Evaluation (E)** (Oleh Guru/ mentor)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kedisiplinan								
2.	Kejujuran								
3.	Kerja sama								
4.	Mengakses dan mengorganisasi								

	informasi								
5.	Tanggung jawab								
6.	Memecahkan masalah								
7.	Kemandirian								
8.	Ketekunan								

Nilai Attitude (NA) = $\frac{\sum \text{skor}}{8}$

Keterangan :

- Peserta didik dapat mengisi skor diri sendiri terlebih dahulu, kemudian diserahkan kepada guru/ mentor untuk diisi dan diolah nilai NA

G. Kognitif Skills

No.	Soal	Skor				
		0	1	2	3	4
1.	Jelaskan perbedaan limbah dan sampah					
2.	Jelaskan pengertian dari limbah.					
3.	Jelaskan limbah berdasarkan jenisnya.					
4.	Jelaskan karakteristik limbah beracun.					
5.	Sebutkan beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas limbah padat dan limbah cair.					
6.	Jelaskan beberapa cara penanganan limbah.					
7.	Jelaskan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan percetakan.					

Nilai Kognitif (NA) = $\frac{\sum \text{skor}}{7}$

H. Psikomotorik skills

- Lakukan pengamatan limbah pada percetakan.
- Memilah limbah cair dan limbah padat pada masing-masing proses produksi sesuai dengan jenisnya.
- Diskusikan hasil pemilahan limbah.
- Melaporkan kepada guru/ mentor

Aspek Keterampilan yang dinilai

No.	Aspek Keterampilan	Skor

		1	2	3	4
1.	Keaktifan dalam diskusi				
2.	Kemampuan berkomunikasi				
3.	Penguasaan materi				
4.	Peran serta aktif dalam diskusi				
5.	Kemampuan membuat notulen diskusi				
6.	Hasil pengamatan limbah				
7.	Memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya				

I. Produk/ benda kerja sesuai kriteria standar

- Laporan hasil pengamatan, memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya (dalam bentuk tabel) dan diskusi.

J. Batasan waktu yang telah ditetapkan

- 4 x 45 menit

BAB IV
PENUTUP

Setelah menyelesaikan bahan ajar ini, peserta didik diharapkan dapat memilahkan limbah percetakan sesuai dengan jenisnya. Apabila peserta didik dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evalusi dalam bahan ajar ini, maka peserta didik dapat melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung dari pihak dunia industri atau asosiasi profesi yang berkompeten. Atau apabila peserta didik telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap bahan ajar, maka hasil yang berupa nilai dari instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi bagi pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat peserta didik berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau lembaga sertifikasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Gustia, Irna. 2010. *http://health.detik.com/read/2010/07/23/152038/1405394/766/apa-beda-sampah-dan-limbah*

http://addinulyaqin419.blogspot.com/2013/05/pengolahan-limbah-padat-dan-cair.html

http://carapedia.com/penanganan_limbah_info3657.html

http://id.wikipedia.org/wiki/Limbah

http://jujubandung.wordpress.com/2012/09/11/pengolahan-limbah-industri-percetakan/

http://jujubandung.wordpress.com/2012/07/26/pengolahan-limbah-b3/

http://the-friendkerz.blogspot.com/2013/03/makalah-pencemaran-limbah-industri.html

http://witasharer.blogspot.com/2012/03/penaganan-limbah-padat-cair-dan-gas.html

Mengamati Pengolahan Limbah dengan Teknik Pembakaran Suhu Tinggi (Insinerasi)



Primary Combustion Chamber



Secondary Combustion Chamber

Sumber : http://www.nikaengg.com/incinerators.htm



Twin Chamber, Pyrolytic & Controlled Air Incinerator

2013

Mengamati Pengolahan Limbah dengan

Teknik Pembakaran Suhu Tinggi (Insinerasi)

Penyusun :
Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Editor Isi :
Endro Purnomo, S.Pd

Editor Bahasa :
Ir. Dwyacitta Prasasti

2013

Kata Pengantar

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyusun bahan ajar untuk Bidang Keahlian Grafika. Bahan ajar ini disusun sebagai sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2013, dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi dunia kerja. Bahan ajar ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja.

Namun demikian, karena dinamika perubahan dunia kerja begitu cepat terjadi, maka bahan ajar ini masih akan selalu diminta masukan untuk bahan perbaikan atau revisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Dalam kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama kepada BMTI-P4TK Bandung atas pendampingan dalam penulisan bahan ajar ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas bahan ajar. Dalam bahan ajar ini memuat tentang mengamati pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). Dengan mengetahui pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi, peserta didik diharapkan mempunyai kepedulian dan tanggung jawab pada lingkungan.

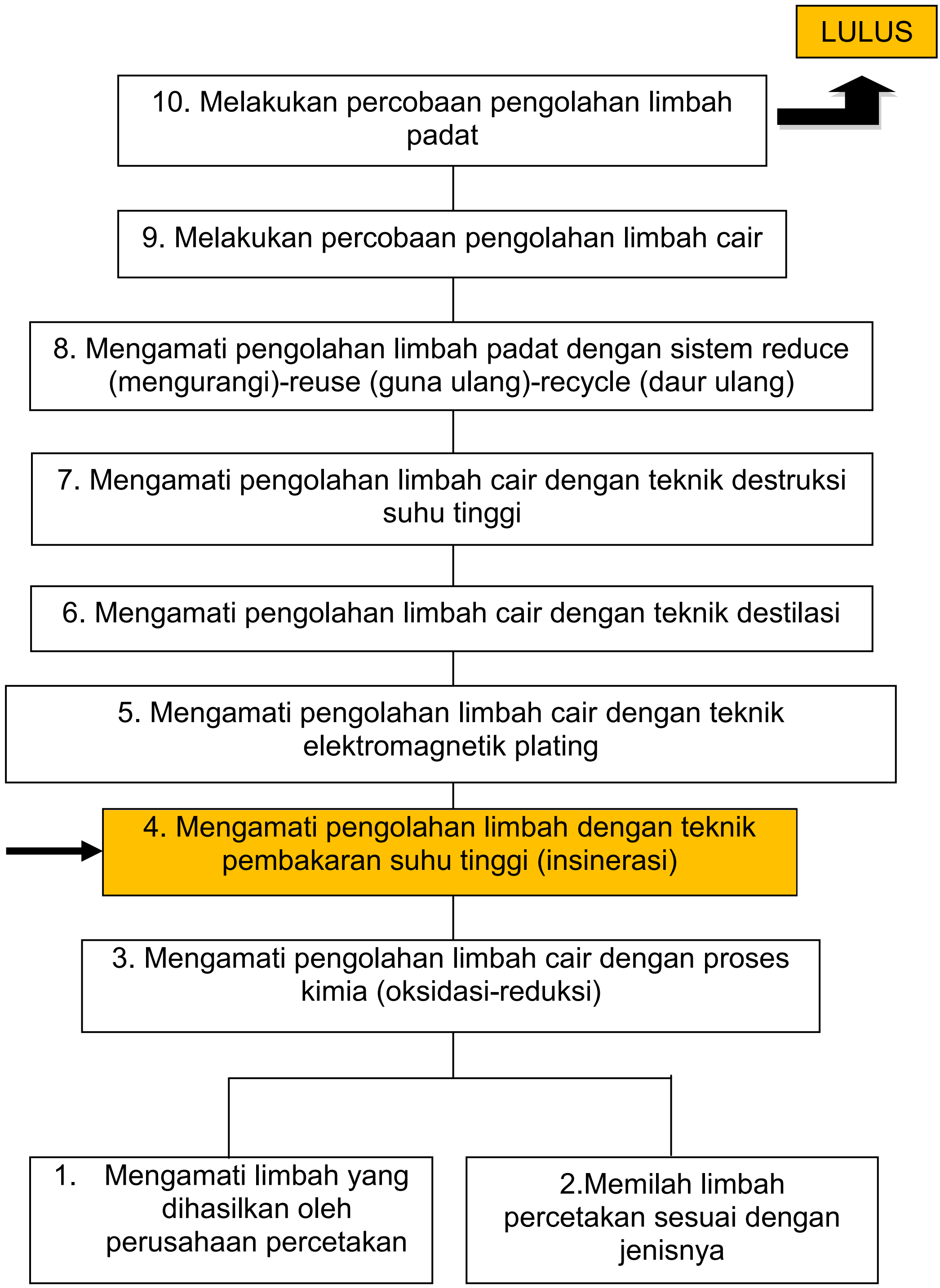
Demikian, semoga bahan ajar ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta didik SMK Bidang Keahlian Grafika, atau praktisi yang sedang mengembangkan bahan ajar SMK.

Penyusun

Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Daftar Isi

Peta Kedudukan Bahan Ajar
PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PERCETAKAN



Glosarium

Istilah	Keterangan
Proses Digestion	Pembentukan gas metana dengan bantuan bakteri pembentuk metana seperti *methanococus*, *methanosarcina*, *methano bacterium*
Polutan	Zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan baik (pencemaran udara, tanah, air, dsb).
Landfill	Lokasi membuang dan menimbun sampah ke suatu lokasi yang cekung, memadatkan sampah tersebut kemudian menutupnya dengan tanah. Definisi lainnya yaitu sistem sanitary landfill merupakan sarana pengurugan sampah ke lingkungan yang disiapkan dan dioperasikan secara sistematis.
Kondensator	Sebuah komponen yg bisa sebagai penyimpan energi didalam medan listrik.
Katalisator	Zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi dengan maksud memperbesar kecepatan reaksi.

BAB I
PENDAHULUAN

M. Deskripsi

Dalam bahan ajar ini peserta didik akan mempelajari tentang mengamati pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). Apabila peserta didik telah mempelajari dan menguasai bahan ajar ini, maka peserta didik diharapkan dapat memahami pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi.

N. Prasyarat

Peserta didik sebelum mempelajari bahan ajar ini sebaiknya melakukan pengamatan mengenai teknik-teknik pengolahan limbah. Hal ini dimaksud agar peserta didik lebih mudah memahami materi yang dipelajari pada bahan ajar ini.

Disamping itu peserta didik dalam mempelajari bahan ajar ini harus menyimak dengan tekun dan teliti, agar materi dapat terserap dengan baik.

O. Petunjuk Penggunaan

15. Pelajari daftar isi serta peta kedudukan bahan ajar dengan cermat dan teliti. Karena dalam peta kedudukan bahan ajar akan nampak kedudukan bahan ajar yang sedang peserta didik pelajari dengan bahan ajar yang lain.
16. Kerjakan soal-soal dalam cek kemampuan untuk mengukur sampai sejauh mana pengetahuan yang telah peserta didik miliki.
17. Apabila dari soal dalam cek kemampuan telah peserta didik kerjakan dan 70 % terjawab dengan benar, maka peserta didik dapat langsung menuju Evaluasi untuk mengerjakan soal-soal tersebut. Tetapi apabila hasil jawaban peserta didik tidak mencapai 70 % benar, maka peserta didik harus mengikuti kegiatan pemelajaran dalam bahan ajar ini.
18. Perhatikan urutan materi dengan benar untuk mempermudah dalam memahami isi yang dimaksud.
19. Kerjakan soal-soal evaluasi sebagai sarana latihan.
20. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada guru/instruktur.

21. Catatlah kesulitan yang peserta didik dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada guru pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi bahan ajar agar peserta didik mendapatkan tambahan pengetahuan.

P. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari bahan ajar ini diharapkan peserta didik dapat:

21. Menjelaskan metode pengolahan limbah *chemical conditioning*.
22. Menjelaskan metode pengolahan limbah *solidification/stabilization*.
23. Menjelaskan metode pengolahan limbah *incineration*.
24. Menjelaskan pengertian insinerasi.
25. Menyebutkan 4 (empat) hal dalam operasi insinerasi.
26. Menyebutkan 3 (tiga) tahapan proses insinerasi berlangsung.
27. Menjelaskan sasaran pemanfaatan teknologi insinerasi.
28. Menjelaskan bagian-bagian atau elemen-elemen dasar dari sebuah insinerator.
29. Menjelaskan dampak negatif penggunaan insinerator.
30. Menjelaskan proses kerja insinerator dari limbah padat menjadi listrik.
31. Menjelaskan 3 (tiga) parameter utama dalam operasi insinerator yang harus diperhatikan.
32. Menjelaskan pengertian Insinerator skala modular.

Q. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
9. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.5 Menyadari dan menghayati kesempurnaan ciptaan Tuhan alam dan segala isinya dengan mengolah limbah percetakan menjadi sesuatu yang berguna bagi sesama dan lingkungan. 1.6 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dengan menjaga kelestarian dan menghindari kerusakan lingkungan sebagai

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
	akibat dari limbah industri grafika.
10. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.7 Menjalankan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam melakukan pengolahan limbah cair dan padat. 2.8 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah pengolahan limbah cair dan padat. 2.9 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan efek limbah dari percetakan, baik cair maupun padat.
11. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan procedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.21 Mengidentifikasi limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 3.22 Menggolongkan jenis limbah percetakan. 3.23 Mengenali pengolahan limbah cair dengan proses kimia (*oksidasi-reduksi*). 3.24 Mengenali pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 3.25 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 3.26 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 3.27 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 3.28 Mengenali pengolahan limbah padat dengan sistem *Reduce* (mengurangi), *Reuse* (guna ulang), dan *Recycle* (daur ulang). 3.29 Menjelaskan pengolahan limbah cair. 3.30 Menjelaskan pengolahan limbah padat.
12. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	1.11 Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 1.12 Memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya. 1.13 Mengamati pengolahan limbah cair dengan proses kimia (oksidasi-reduksi). 1.14 Mengamati pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 1.15 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 1.16 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 1.17 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 1.18 Mengamati pengolahan limbah padat dengan sistem *reduce* (mengurangi), *reuse* (guna ulang), dan *recycle* (daur ulang). 1.19 Melakukan percobaan pengolahan limbah cair. 1.20 Melakukan percobaan pengolahan limbah padat.

R. Cek Kemampuan Awal

No.	Pertanyaan	Benar	Salah
1.	Sebutkan 3 (tiga) metode pengolahan limbah bahan		

	berbahaya dan beracun (B3) yang paling populer di industri.		
2.	Jelaskan pengertian insinerasi.		
3.	Jelaskan sasaran pemanfaatan teknologi insinerasi.		
4.	Jelaskan dampak negatif penggunaan insinerator.		
5.	Jelaskan pengertian Insinerator skala modular.		

BAB II
PEMBELAJARAN

E. Deskripsi

Bahan ajar ini mempelajari tentang pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). Mempelajari materi ini akan memudahkan peserta didik memahami seluk beluk pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi) dan belajar materi bahan ajar berikutnya, yaitu mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating.

Dengan menguasai bahan ajar ini, peserta didik diharapkan mampu menjelaskan pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi).

F. Kegiatan Belajar

j. Tujuan Pembelajaran

21. Menjelaskan metode pengolahan limbah chemical conditioning.
22. Menjelaskan metode pengolahan limbah solidification/ stabilization.
23. Menjelaskan metode pengolahan limbah incineration.
24. Menjelaskan pengertian insinerasi.
25. Menyebutkan 4 (empat) hal dalam operasi insinerasi.
26. Menyebutkan 3 (tiga) tahapan proses insinerasi berlangsung.
27. Menjelaskan sasaran pemanfaatan teknologi insinerasi.
28. Menjelaskan bagian-bagian atau elemen-elemen dasar dari sebuah insinerator.
29. Menjelaskan dampak negatif penggunaan insinerator.
30. Menjelaskan proses kerja insinerator dari limbah padat menjadi listrik.
31. Menjelaskan 3 (tiga) parameter utama dalam operasi insinerator yang harus diperhatikan.
32. Menjelaskan pengertian Insinerator skala modular.

k. Uraian Materi

1. Teknologi Pengolahan Limbah

Terdapat banyak metode pengolahan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) di industri, 3 (tiga) metode yang paling populer di antaranya ialah *chemical conditioning*, *solidification/stabilization*, dan *incineration*.

1. *Chemical Conditioning*

Salah satu teknologi pengolahan limbah B3 ialah *chemical conditioning*. Tujuan utama dari *chemical conditioning* ialah:

- menstabilkan senyawa-senyawa organik yang terkandung di dalam lumpur
- mereduksi volume dengan mengurangi kandungan air dalam lumpur
- mendestruksi organisme patogen
- memanfaatkan hasil samping proses *chemical conditioning* yang masih memiliki nilai ekonomi seperti gas methane yang dihasilkan pada proses *digestion*
- mengkondisikan agar lumpur yang dilepas ke lingkungan dalam keadaan aman dan dapat diterima lingkungan

2. *Solidification/Stabilization*

Di samping *chemical conditiong*, teknologi *solidification/stabilization* juga dapat diterapkan untuk mengolah limbah B3. Secara umum stabilisasi dapat didefinisikan sebagai proses pencapuran limbah dengan bahan tambahan (aditif) dengan tujuan menurunkan laju migrasi bahan pencemar dari limbah serta untuk mengurangi toksisitas limbah tersebut. Sedangkan solidifikasi didefinisikan sebagai proses pemadatan suatu bahan berbahaya dengan penambahan aditif. Kedua proses tersebut seringkali terkait sehingga sering dianggap mempunyai arti yang sama. Proses solidifikasi/stabilisasi berdasarkan mekanismenya dapat dibagi menjadi 6 (enam) golongan, yaitu:

1. *Macroencapsulation*, yaitu proses dimana bahan berbahaya dalam limbah dibungkus dalam matriks struktur yang besar
2. *Microencapsulation*, yaitu proses yang mirip macroencapsulation tetapi bahan pencemar terbungkus secara fisik dalam struktur kristal pada tingkat mikroskopik
3. *Precipitation*
4. *Adsorpsi*, yaitu proses dimana bahan pencemar diikat secara elektrokimia pada bahan pemadat melalui mekanisme adsorpsi.
5. *Absorbsi*, yaitu proses solidifikasi bahan pencemar dengan menyerapkannya ke bahan padat
6. *Detoxification*, yaitu proses mengubah suatu senyawa beracun menjadi senyawa lain yang tingkat toksisitasnya lebih rendah atau bahkan hilang sama sekali

Teknologi solidikasi/stabilisasi umumnya menggunakan semen, kapur (CaOH2), dan bahan termoplastik. Metoda yang diterapkan di lapangan ialah metoda *in-drum mixing, in-situ mixing*, dan *plant mixing*. Peraturan mengenai solidifikasi/stabilitasi diatur oleh BAPEDAL berdasarkan Kep-03/BAPEDAL/09/1995 dan Kep-04/BAPEDAL/09/1995.

3. *Incineration*

Teknologi pembakaran (*incineration*) adalah alternatif yang menarik dalam teknologi pengolahan limbah. Insinerasi mengurangi volume dan massa limbah hingga sekitar 90% (volume) dan 75% (berat). Teknologi ini sebenarnya bukan solusi final dari sistem pengolahan limbah padat karena pada dasarnya hanya memindahkan limbah dari bentuk padat yang kasat mata ke bentuk gas yang tidak kasat mata. Proses insinerasi menghasilkan energi dalam bentuk panas. Namun, insinerasi memiliki beberapa kelebihan di mana sebagian besar dari komponen limbah B3 dapat dihancurkan dan limbah berkurang

dengan cepat. Selain itu, insinerasi memerlukan lahan yang relatif kecil.

Aspek penting dalam sistem insinerasi adalah nilai kandungan energi (*heating value*) limbah. Selain menentukan kemampuan dalam mempertahankan berlangsungnya proses pembakaran, heating value juga menentukan banyaknya energi yang dapat diperoleh dari sistem insinerasi. Jenis insinerator yang paling umum diterapkan untuk membakar limbah padat B3 ialah *rotary kiln*, *multiple hearth*, *fluidized bed*, *open pit*, *single chamber*, *multiple chamber*, *aqueous waste injection*, dan *starved air unit*. Dari semua jenis insinerator tersebut, *rotary kiln* mempunyai kelebihan karena alat tersebut dapat mengolah limbah padat, cair, dan gas secara simultan.
Salah satu teknologi terapan yang berorientasi pada peminimalan volume limbah radioaktif khususnya limbah padat yang dapat terbakar adalah teknik insinerasi. Limbah yang akan diinsenerasi, terlebih dahulu harus dilakukan pemilahan (sortir) supaya aspek keselamatan dalam pengoperasiannya bisa terjaga. Tujuan dari pemilahan ialah agar limbah yang akan dibakar tidak mengandung bahan-bahan yang bersifat eksplosif. Bahan-bahan yang kemungkinan besar akan mengeluarkan asap yang bersifat korosif (khlorida organik dan flourida organik) juga harus dihilangkan atau dibatasi untuk menjaga keawetan alat dan keamanan proses pembakaran. Kesempurnaan dari proses pembakaran limbah padat dikaitkan dengan asas teknik kimia dan fisika yakni perhitungan neraca energi, neraca masa/ bahan, suhu dan tekanan dari gas pembakar beserta reaksi kimia yang terjadi. Insinerasi sangat populer di beberapa negara seperti Jepang di mana lahan merupakan sumber daya yang sangat langka. Denmark dan Swedia telah menjadi pionir dalam menggunakan panas dari insinerasi untuk menghasilkan energi. Di tahun 2005, insinerasi sampah menghasilkan 4,8% energi listrik dan 13,7% panas yang dikonsumsi negara itu. Beberapa negara lain di Eropa yang mengandalkan insinerasi sebagai pengolahan sampah adalah Luksemburg, Belanda, Jerman, dan Prancis.
Insinerasi adalah metode pengolahan sampah dengan cara membakar sampah pada suatu tungku pembakaran.Teknologi insinerasi merupakan teknologi yang mengkonversi materi padat menjadi materi gas (gas buang), serta materi padatan yang sulit terbakar, yaitu abu (*bottom ash) dan* debu (*fly ash).* Panas yang dihasilkan dari proses insinerasi juga dapat dimanfaatkan untuk mengkonversi suatu materi menjadi materi lain dan energi, misalnya

untuk pembangkitan listrik dan air panas. Di beberapa negara maju, teknologi insinerasi sudah diterapkan dengan kapasitas besar (skala kota). Teknologi insinerator skala besar terus berkembang, khususnya dengan banyaknya penolakan akan teknologi ini yang dianggap bermasalah dalam sudut pencemaran udara. Insinerasi dan pengolahan sampah bertemperatur tinggi lainnya didefinisikan sebagai pengolahan termal. Insinerasi material sampah mengubah sampah menjadi abu, gas sisa hasil pembakaran, partikulat, dan panas. Gas yang dihasilkan harus dibersihkan dari polutan sebelum dilepas ke atmosfer. Panas yang dihasilkan bisa dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik.
Salah satu jenis insinerator adalah piringan bergerak (*moving grate*).Insinerator jenis ini memungkinkan pemindahan sampah ke ruang pembakaran dan memindahkan sisa hasil pembakaran tanpa mematikan api. Satu wadah piringan bergerak dapat membakar 35 metrik ton sampah perjam. Jenis insinerator ini dapat bergerak ribuan jam pertahun dengan hanya satu kali berhenti, yaitu pada saat inspeksi dan perawatan. Insinerasi memiliki sejumlah *output* seperti abu dan emisi ke atmosfer berupa gas sisa hasil pembakaran.
Pada proses pengolahan dengan metode ini perlu diamati emisi partikulat, logam berat, NO (NO, NO_2), SO_X (SO_2, sedikit SO_3) P_4P_{10} atau P_2O_5, HF, HCl, tetrakloro dibenzo-pdioxin (TCDD). Limbah yang dapat dibakar dengan baik mempunyai nilai panas > 8.000 Btu/lb, untuk nilai panas < 5000 Btu/lb kurang baik dalam pembakaran.
Contoh senyawa organik yang dapat diinsinerasi adalah: metanol, etanol, asetonitril, toluen,amil asetat, aseton, orto-ksilen, metil-etil keton, asam adipat, etil asetat, metilen klorida, karbon tetraklorida, trikloro etilen, perkloro etilen, kloroform, klorometan, dikloro benzen, kloro etan), pheksaklorosiklopentadien, benzil klorida, benzen, toluen, cumen, fenol, anilin, nitrobenzen, metil etil keton, anhidrida ftalat, naftalen, toluen diisosianat, metal asetat, difenil amin, fosgen, dan kloro fluoro karbon (freon).
Dalam operasi insinerasi ada 4 (empat) hal yang perlu diperhatikan adalah: (1) pendinginan gas pembakaran, (2) *recovery* panas, (3) kondisioning (partikulat dan gas buang), dan (4) pengolahan dan penanganan hasil samping (*by product*). Insinerasi juga memproduksi abu ringan yang dapat bercampur dengan udara di atmosfer dan abu padat, sama seperti ketika batu bara dibakar. Total abu yang dirpoduksi berkisar antara 4-10% volume dan 15-20% massa sampah sebelum dibakar. Abu ringan berkontribusi lebih pada potensi gangguan kesehatan karena dapat berbaur pada udara dan berisiko terhirup paru-paru. Berbeda dengan abu padat, abu ringan

mengandung konsentrasi logam berat (timbal, kadmium, tembaga, dan seng) lebih banyak dari pada abu padat namun lebih sedikit kandungan dioksin dan furan. Abu padat jarang mengandung logam berat dan tidak dikategorikan sebagai sampah berbahaya sehingga aman untuk dibuang ke lahan pembuangan sampah. Namun perlu diperhatikan agar pembuangan abu padat tidak mengganggu keadaan air tanah karena abu padat dapat terserap ke dalam tanah. Salah satu kelebihan yang dikembangkan terus dalam teknologi terbaru dari insinerator ini adalah pemanfaatan energi, sehingga nama insinerator cenderung berubah seperti *waste-to-energy, thermal converter*. Insinerasi merupakan proses pengolahan buangan dengan cara pembakaran pada temperatur yang sangat tinggi (>800ºC) untuk mereduksi sampah yang tergolong mudah terbakar *(combustible), yang* sudah tidak dapat didaur ulang lagi. Sasaran insinerasi adalah untuk mereduksi massa dan volume buangan, membunuh bakteri dan virus dan mereduksi materi kimia toksik, serta memudahkan penanganan limbah selanjutnya. Mesin yang digunakan untuk melakukan insinerasi adalah insinerator.
Proses insinerasi berlangsung melalui 3 tahap, yaitu: (1) mengubah air dalam sampah menjadi uap air, hasilnya limbah menjadi kering yang akan siap terbakar, (2) proses pirolisis, yaitu pembakaran tidaksempurna, dimana temperatur belum terlalu tinggi, dan (3) proses pembakaran sempurna. Insinerasi dapat mengurangi berat sampah 70-80 % atau volume 85-95 %. Disamping itu sampah dapat dimusnahkan dengan cepat, terkendali serta tidak memerlukan lahan yang luas seperti halnya proses *landfill*. Teknologi insinerasi mempunyai beberapa sasaran, yaitu:

a. Mengurangi massa/ volume.

   Proses insinerasi adalah proses oksidasi (dengan oksigen atau udara) limbah *combustible pada temperatur tinggi. Akan dikeluarkan abu, gas, limbah sisa pembakaran* dan abu, dan diperoleh pula enersi panas. Bila pembakaran sempurna, akan tambah sedikit limbah tersisa dan gas yang belum sempurna terbakar (seperti CO). Panas yang tersedia dari pembakaran limbah sebelumnya akan berpengaruh terhadap jumlah bahan bakar yang dipasok. Insinerator yang bekerja terus menerus akan menghemat bahan bakar.

b. Mendestruksi komponen berbahaya.

   Insinerator tidak hanya untuk membakar sampah kota. Sudah diterapkan untuk limbah non-domestik, seperti dari industri (termasuk limbah B3), dari kegiatan medis (untuk limbah

infectious). Insinerator tidak hanya untuk membakar limbah padat. Sudah digunakan untuk limbah non-padat, seperti *sludge dan limbah cair yang sulit terdegradasi. Teknologi* ini merupakan sarana standar untuk menangani limbah medis dari rumah sakit. Sasaran utamanya adalah mendestruksi patogen yang berbahaya seperti kuman penyakit menular. Syarat utamanya adalah panas yang tinggi (dioperasikan di atas 800^{o} C). Dalam hal ini limbah tidak harus *combustible, sehingga dibutuhkan subsidi bahan bakar dari luar.*

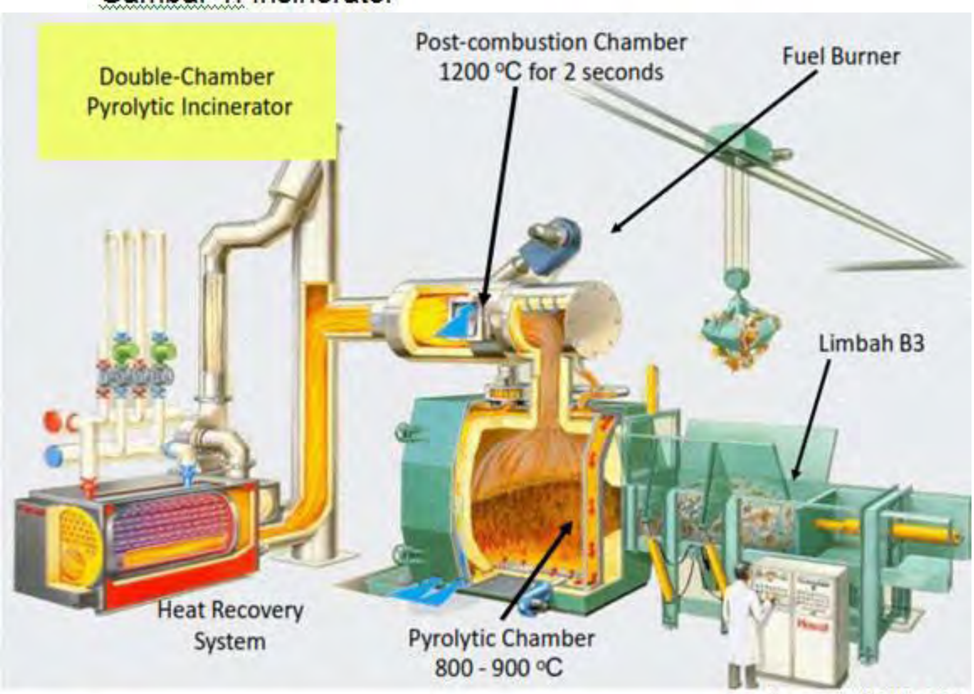
c. Insinerasi adalah identik dengan *combustion.*

Yaitu dapat menghasilkan enersi yang dapat dimanfaatkan. Faktor penting yang harus diperhatikan adalah kuantitas dan kontinuitas limbah yang akan dipasok. Kuantitas harus cukup untuk menghasilkan enersi secara kontinu agar suplai enersi tidak terputus.
Sebuah insinerator biasanya terdiri dari elemen-elemen dasar, seperti : (1) ruang pembakaran (tungku) dan suplai udara, (2) sistem cerobong gas, (3) sistem pembuangan abu, (4) pengontrol pencemaran udara, dan (5) sistem penangkap panas yang dihasilkan (*recovery*). Insinerasi Limbah B3 memberi potensi pencemaran udara yang meliputi: pencemaran gas (dari pembakaran elemen selain C dan H), abu terbang (*fly ash*) materi anorganik dan karbon tak terbakar, produk pembakaran tak sempurna. Insinerasi LB3 menimbulkan 2 (dua) macam emisi yaitu: buangan partikel dan buangan gas (bersifat asam). Buangan partikel diatasi dengan menggunakan *baghouse filter*, *venturi scrubber*, *ionizing wet scrubber*. Buangan gas yang umumnya bersifat asam diatasi dengan menggunakan *alkali scrub solution.*



Sumber : IA KIMIA ITB

Gambar 1. Insinerator



Sumber : IA KIMIA ITB

Gambar 2. Pengolahan Limbah B3 dengan Insinerator



Sumber : IA KIMIA ITB

Gambar 3. Pengolahan Limbah B3 dengan Insinerator



Sumber : IA KIMIA ITB

Gambar 4. Pemantauan Kualitas Udara Insinerator

Proses kerja Insinerator dari limbah padat menjadi listrik, sebagai berikut :

1. Pengumpulan dan pembakaran limbah padat

   Limbah padat dikumpulkan dengan menggunakan truk dan selanjutnya dimasukkan ke dalam bunker. Kemudian secara bertahap limbah padat tersebut dipindahkan dengan menggunakan *crane* untuk dimasukkan ke dalam pengumpan tungku pembakaran/insinerasi (*furnace*). Suhu tungku pembakaran sekitar 1000 derajat Celcius. Untuk menjaga kontinyuitas proses pembakaran, udara dialirkan dari bawah.
   Dalam proses ini dimungkinkan pembakaran tanpa membutuhkan bahan bakar selain limbah padat itu sendiri. Bahan bakar minyak hanya digunakan pada saat proses awal. Semua bahan yang dapat



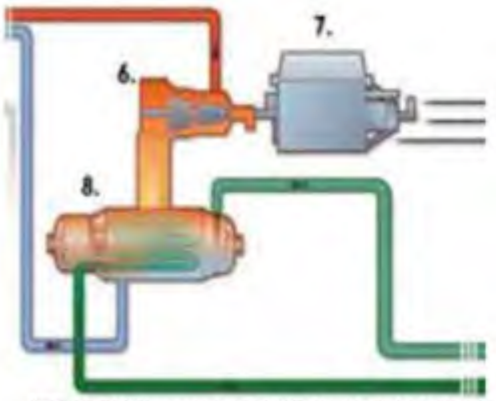
Sumber : http://ss357.blog.esaunggul.ac.id/files/2012/11/Pengolahan-Limbah-Padat-Industri

Gambar 5. Cara Kerja Pengumpulan dan Pembakaran Limbah Padat

terbakar dibakar dengan mengalirkannya menuju bagian bawah tungku pembakaran. Sisa pembakaran yang berupa batu, logam, gelas, bahan lain yang tidak bisa terbakar disebut *slag*. Sekitar 15-20% dari sampah rumah tangga akan tetap berupa *slag.* Slag tersebut kemudian diangkut menuju tempat penimbunan sampah setelah logam yang terkandung di dalamnya dipisahkan untuk didaur ulang.

2. Produksi uap panas dan listrik

   Gas yang dihasilkan dari pembakaran tungku naik menuju boiler. Uap panas dihasilkan dengan mensirkulasikan air melalui boiler tersebut. Uap dalam boiler mencapai suhu 400 derajat Celcius dengantekanan 40 bar, atau setara dengan 40 kali tekanan normal atmosfer. Uap bertekanan tinggi tersebut di ekspansikan melalui turbine untuk memutar generator yang menghasilkan listrik. Setelah melalui turbine uap panas tersebut dialirkan menuju kondensator. Di dalam kondesator uap tersebut berubah kembali menjadi air dengan mengalirkan air dingin dari luar. Di negara-negara beriklim dingin air pendingin kondensor ini dimanfaatkan sebagai pemanas rumah.

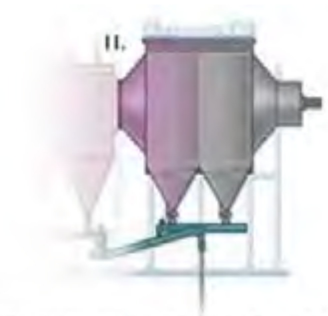


Sumber : http://ikk357.blog.esaunggul.ac.id/files/2012/11/Pengolahan-Limbah-Padat-Industri

Gambar 6. Produksi uap panas dan listrik

3. Pembersihan gas buang dengan presipitator statik

   Ada beberapa tahap pembersihan gas buang. Pertama, gas buang dialirkan menuju presipitator elektrostatik untuk memisahkan sebagain besar debu dari gas buang. Cara kerjanya adalah sebagai berikut: (a) Elektroda pada filter gas buang memberi muatan negatif terhadap partikulat-partikulat debu. (b) Partkel-partikel debu bermuatan negatif tersebut selanjutnya terperangkap pada



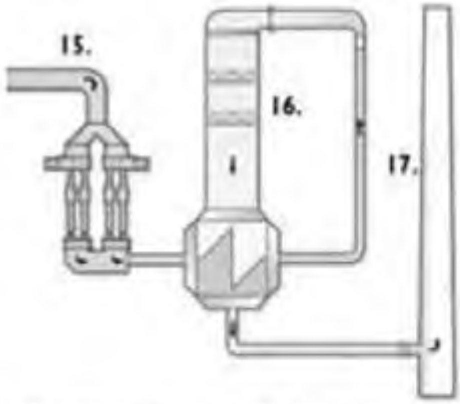
Sumber : http://ikk357.blog.esaunggul.ac.id/files/2012/11/Pengolahan-Limbah-Padat-Industri

Gambar 7. Pembersihan gas buang dengan presipitator statik

lempengan metal yang bermuatan positif. (c) Dengan getaran mekanik, partikel-partikel debu tersebut jatuh dan dikumpulkan dalam silo.

4. Pembersihan gas buang dengan *scrubber*

   Tahap selanjutnya, gas buang dibersihkan dengan menggunakan air. Hal ini dilakukan dengan menyemprotkan butiran-butiran air dengan menggunakan *nozzle.* Air tersebut mengandung zat-zat kimia aktif tertentu yang bereaksi dengan kontaminan yang terkandung di dalam gas buang. Reaksi tersebut memerangkap kontaminan dari gas buang. Scruber pertama memisahkan logam berat dan asam dari gas buang. Scrubber yang kedua memisahkan sulfur oxida (SOx). Dan scrubber terakhir sisa-sisa kontaminan dipisahkan dan selanjutnya gas buang tersebut dikondensasikan. Selanjutnya sisa panas yang terkandung di dalam gas buang diekstraksi dengan menggunakan *heat pump*.



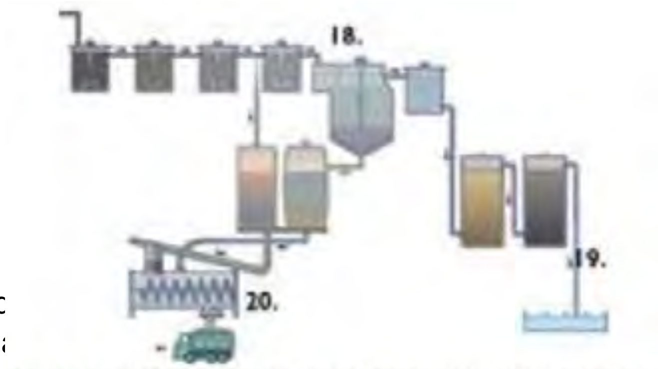
Sumber: http://ikk367.blog.esaunggul.ac.id/files/2012/11/Pengolahan-Limbah-Padat-Industri

Gambar 8. Pembersihan gas buang dengan *scrubber*

5. Filter elektroventuri dan katalis

   Setelah proses scrubbing, sisa debu dibersihkan dengan menggunakan filter elektroventuri. Prinsip kerja elektroventuri mirip dengan filter elektrostatik, bedanya elektroventuri beroperasi dengan lingkungan basah. Partikel debu diber muatan negatif dan dikumpulkan pada air yang bermuatan positif. Setelah melalui filter elektroventuri, kandungan partikel debu pada gas buang hanya 1 (satu) miligram per meter kubik. Tahap akhir pembersihan gas buang adalah dengan menggunakan katalisator. Fungsi utamanya adalah mengurangi kandungan nitrogen oxid (NOx). Gas buang dialirkan melalui keramik berporositas (*porous*) dengan penambahan air amonia. Selanjutnya nitrogen oksida berubah

menjadi nitrogen. Kemuadian gas buang dialirkan ke atas melalui cerobong gas pembuangan.



Sumber: http://kk357.blog.esaunggul.ac.id/files/2012/11/Pengolahan-Limbah-Padat-Industri

Gambar 9. Filter elektroventuri dan katalis

Dampak c

- Menghi ... cam kesehatan masyar
- Memberi beban finansial yang cukup berat bagi masyarakat yang berada di sekitar lokasi incinerator.
- Menguras sumber daya finansial masyarakat setempat.
- Memboroskan energi dan sumberdaya material.
- Mengganggu dinamika pembangunan ekonomi setempat.
- Meremehkan upaya minimisasi sampah dan pendekatan-pendekatan rasional dalam pengelolaan sampah.
- Memiliki pengalaman operasional bermasalah di negara-negara industri.

Agar terjadi proses yang optimal maka ada beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam menjalankan suatu insinerator, antara lain:

- Aspek keterbakaran: menyangkut nilai kalor, kadar air, dan kadar abu dari buangan padat, khususnya sampah.
- Aspek keamanan: menyangkut titik nyala, tekanan uap, deteksi logam berat, dan operasional insinerator.
- Aspek pencegahan pencemaran udara : menyangkut penanganan debu terbang, gas toksik, dan uap metalik.

Terdapat 3 (tiga) parameter utama dalam operasi insinerator yang harus diperhatikan, yaitu 3-T (*Temperature, Time dan Turbulence):*

- *Temperature (Suhu): Berkaitan dengan pasokan oksigen (melalui udara). Udara yang dipasok akan* menaikkan temperature karena proses oksidasi materi organik bersifat eksotermis. Temperatur ideal untuk sampah kota tidak kurang dari 800 ^{o}C.
- *Time (waktu): Berkaitan dengan lamanya fasa gas yang harus terpapar dengan panas yang telah ditentukan. Biasanya sekitar 2 detik pada fase gas, sehingga terjadi pembakaran sempurna.*
- *Turbulensi: Limbah harus kontak sempurna dengan oksigen. Insinerator besar diatur dengan kisi-kisi atau tungku yang dapat bergerak, sedang insinerator kecil (modular) tungkunya adalah statis.*

2. Insinerator Modular

Di Indonesia, penggunaan insinerator skala kota baru dilaksanakan di Surabaya. Namun karena permasalahan teknis yang sejak awal telah terjadi, insinerator ini cendererung kurang berfungsi. Insinerator skala modular (skala kecil), banyak dicoba di beberapa kota di Indonesia, walaupun ternyata mengalami beberapa permasalahan, seperti mahalnya biaya operasi, timbulnya permasalahan lingkungan yang terlihat nyata secara visual seperti asap dan bau. Beberapa informasi di bawah ini menjelaskan secara ringkas tentang insinerator jenis modular dengan:

a. Pemasokan limbah dapat dilakukan :

- Secara manual: khususnya untuk insinerator kecil
- Secara mekanis/hidrolis: memperpanjang waktu operasi
- Bila pemasokan limbah dilakukan secara kontinu tanpa mematikan dan mendinginkan ruang pembakaran, akan dihemat bahan bakar dan kontinuitas operasi dapat dijamin.

b. Pengoperasian:

- Pengoperasian secara batch dengan pemasokan manual
- Pengoperasian secara batch dengan pemasokan semi kontinu
- Pengoperasian secara kontinu : untuk skala di atas 40 ton/hari

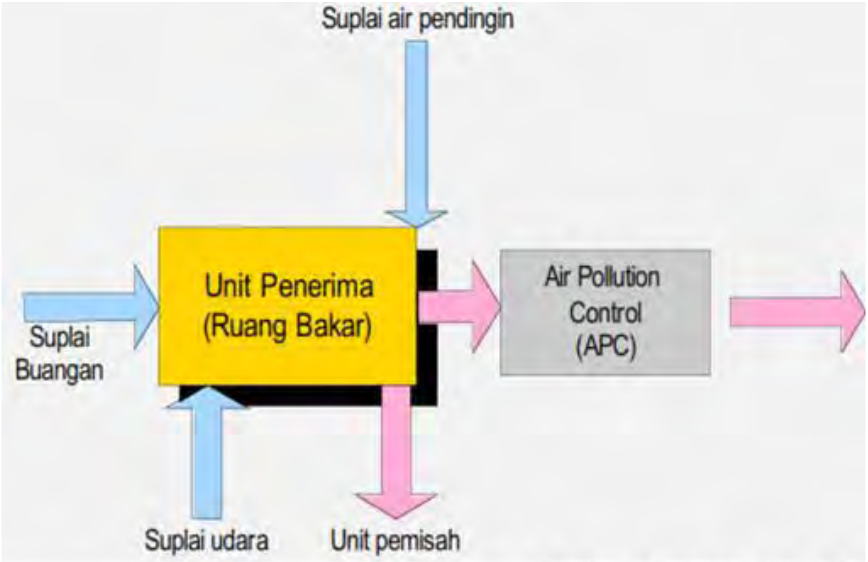
- Pengeluarkan abu : bila abu dapat dikeluarkan secara terus menerus, ruang pembakaran akan tetap tersedia untuk limbah yang baru.
- Pengeluaran abu dapat dilakukan:
  - Secara manual
  - Secara mekanis: biasanya di atas 20 ton/hari

c. Insinerator yang paling sederhana adalah 1 kamar. Selanjutnya dikenal insinerator kamar-jamak dengan sasaran :
  - Menghemat bahan bakar
  - Menghemat enersi untuk suplai udara
  - Mempertahan temperatur
  - Kontrol pencemaran udara

d. Kapasitas nominal tungku pembakaran: dinyatakan sebagai Kg/jam, Ton/hari atau m3/jam untuk 8 jam kerja per shift. Kapasitas pembakaran biasanya digunakan tidak lebih dari 75%. Pasokan oksigen dilakukan dengan memasukkan udara secara:
  - Manual: untuk insinerator sederhana
  - Blower: memasok udara dengan debit tetap atau debit yang disesuaikan dengan kebutuhan.

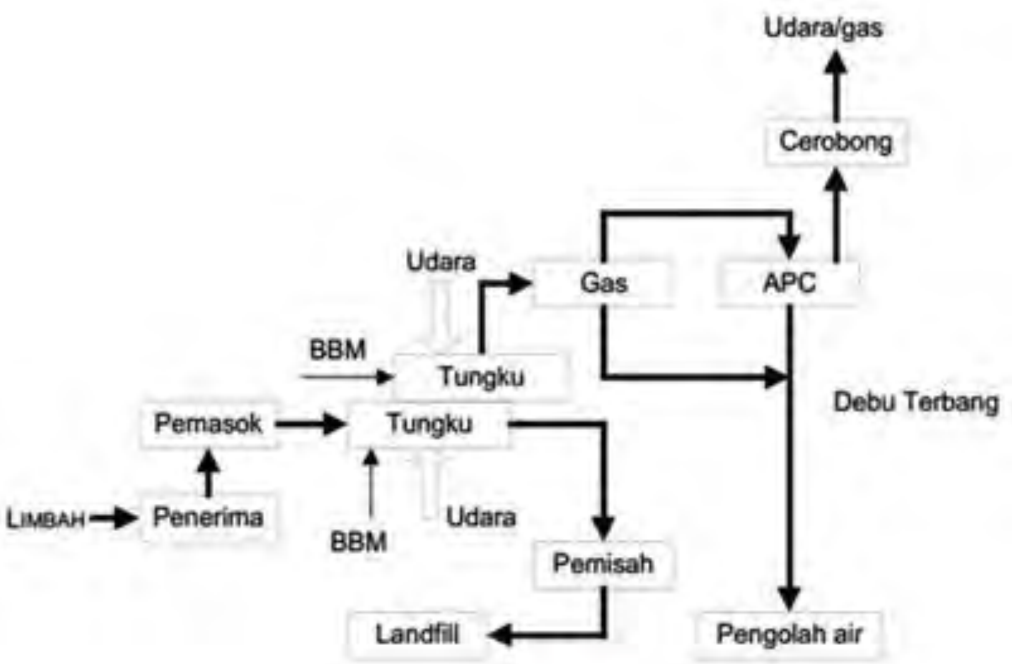
e. Limbah yang baru dimasukkan (dingin) membutuhkan pasokan api melalui *burner (pembakar bahan* bakar). Bila limbahnya *combustible maka limbah selanjutnya berfungsi sebagai bahan bakar. Jumlah burner, konsumsi dan jenis bahan bakar, perlu diperhatikan dalam memilih incinerator. Tambah* besar kapasitas insinerator, tambah sedikit bahan bakar yang dibutuhkan per satuan limbah yang akan dibakar.

f. Dinding Isolasi panas berfungsi untuk menghemat bahan bakar dan mempertahankan temperatur. Dinding insinerator yang baik biasanya berlapis-lapis, yang terdiri dari:
    - Lapis luar: baja tahan karat dengan ketebalan tertentu (mis 6 mm), dicat dengan cat tahan temperatur tinggi
    - Lapis tengah: isolator panas dengan ketebalan tertentu, dengan baha seperti asbes, atau kalsium silikat dsb
    - Lapis dalam: langsung kontak dengan temperatur tinggi, misalnya dari bahan bata tahan api
g. Tinggi dan bahan cerobong: tambah tinggi cerobong, udara panas yang keluar akan tambah terencerkan dan tersebar secara baik di lingkungan.
h. Panel pengontrol dan petunjuk: digunakan untuk mengetahui debit udara, temperatur, alat untuk mengontrol waktu operasi (timer), dsb.
i. Bangunan pelindung: untuk melindungi dari hujan dsb
j. Perlengkapan pengendali pencemaran udara: biasanya dijual terpisah dari insinerator. Dikenal beberapa pengontrol, seperti: pengontrol partikulat (*bag house, scruber, dsb), pengontrol uap asam* (*scruber basa, dsb), pengontrol gas-gas spesifik, dsb.*



Sumber : Damanhuri (2010 : 73)

Gambar 10. Prinsip Proses Insinerasi



Sumber : Damanhuri (2010 : 73)

Gambar 11. Unit-unit pada Insinerator Skala Kota



Sumber : http://environmentalengineering.net/projects/miami_fl.php

Gambar 12. Solid Waste Incinerator

I. Rangkuman

- Terdapat banyak metode pengolahan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) di industri, 3 (tiga) metode yang paling populer di antaranya ialah *chemical conditioning*, *solidification/stabilization*, dan *incineration*.
- Jenis insinerator yang paling umum diterapkan untuk membakar limbah padat B3 ialah *rotary kiln*, *multiple hearth*, *fluidized bed*, *open pit*, *single chamber*, *multiple chamber*, *aqueous waste injection*, dan *starved air unit*.
- Insinerasi adalah metode pengolahan sampah dengan cara membakar sampah pada suatu tungku pembakaran.

- Teknologi insinerasi merupakan teknologi yang mengkonversi materi padat menjadi materi gas (gas buang), serta materi padatan yang sulit terbakar, yaitu abu (*bottom ash) dan* debu (*fly ash).*
- Dalam operasi insinerasi ada 4 (empat) hal yang perlu diperhatikan adalah: (1) pendinginan gas pembakaran, (2) *recovery* panas, (3) kondisioning (partikulat dan gas buang), dan (4) pengolahan dan penanganan hasil samping (*by product*).
- Proses insinerasi berlangsung melalui 3 tahap, yaitu: (1) mengubah air dalam sampah menjadi uap air, hasilnya limbah menjadi kering yang akan siap terbakar, (2) proses pirolisis, yaitu pembakaran tidaksempurna, dimana temperatur belum terlalu tinggi, dan (3) proses pembakaran sempurna. Insinerasi dapat mengurangi berat sampah 70-80 % atau volume 85-95 %.
- Teknologi insinerasi mempunyai beberapa sasaran, yaitu: mengurangi massa/ volume, mendestruksi komponen berbahaya, insinerasi adalah identik dengan *combustion.*
- Sebuah insinerator biasanya terdiri dari elemen-elemen dasar, seperti : (1) ruang pembakaran (tungku) dan suplai udara, (2) sistem cerobong gas, (3) sistem pembuangan abu, (4) pengontrol pencemaran udara, dan (5) sistem penangkap panas yang dihasilkan (*recovery*).
- Insinerasi Limbah B3 memberi potensi pencemaran udara yang meliputi: pencemaran gas (dari pembakaran elemen selain C dan H), abu terbang (*fly ash*) materi anorganik dan karbon tak terbakar, produk pembakaran tak sempurna. Insinerasi LB3 menimbulkan 2 (dua) macam emisi yaitu: buangan partikel dan buangan gas (bersifat asam). Buangan partikel diatasi dengan

menggunakan *baghouse filter*, *venturi scrubber*, *ionizing wet scrubber*. Buangan gas yang umumnya bersifat asam diatasi dengan menggunakan *alkali scrub solution.*

- Proses kerja Insinerator dari limbah padat menjadi listrik, sebagai berikut : pengumpulan dan pembakaran limbah padat, produksi uap panas dan listrik, pembersihan gas buang dengan presipitator static, pembersihan gas buang dengan *scrubber,* dan filter elektroventuri dan katalis.
- Terdapat 3 (tiga) parameter utama dalam operasi insinerator yang harus diperhatikan, yaitu 3-T (*Temperature, Time dan Turbulence).*
- Insinerator skala modular (skala kecil), banyak dicoba di beberapa kota di Indonesia, walaupun ternyata mengalami beberapa permasalahan, seperti mahalnya biaya operasi, timbulnya permasalahan lingkungan yang terlihat nyata secara visual seperti asap dan bau.

m. Tugas

- Buatlah karya ilmiah yang membahas mengenai “Pemanfaatan Insinerator Skala Modular di Indonesia.

d. Lembar Kerja Peserta Didik

9. Alat
   - Pulpen
   - Penggaris
10. Bahan
    - Kertas
11. Keselamatan Kerja

- Teliti dan cermat dalam melakukan mempelajari pengetahuan mengenai pengolahan limbah dengan Teknik Pembakaran Suhu Tinggi (Insinerasi).

12. Langkah Kerja
    - Mengidentifikasi beberapa teknik pengolahan limbah.
    - Mencatat fungsi dari insinerator.
    - Mencermati elemen-elemen dasar insinerator.
    - Mencermati masing-masing fungsi elemen-elemen dasar.
    - Mencermati kelebihan dan kekurangan penggunaan insinerator.
    - Membuat laporan hasil analisis.
    - Mengecek kembali hasil analisis yang telah ditulis.
    - Melaporkan hasil analisis pada guru/ mentor.

BAB III
EVALUASI

K. Attitude Skills

No. (n)	Aspek Sikap /ranah Non-instruksional/ (Attitude)	Skor Perolehan							
		Believe (B) (Preferensi oleh Peserta didik ybs.)				**Evaluation (E)** (Oleh Guru/ mentor)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kedisiplinan								
2.	Kejujuran								
3.	Kerja sama								
4.	Mengakses dan mengorganisasi informasi								
5.	Tanggung jawab								
6.	Memecahkan masalah								
7.	Kemandirian								
8.	Ketekunan								

Nilai Attitude (NA) = $\dfrac{\sum \text{skor}}{8}$

Keterangan :

- Peserta didik dapat mengisi skor diri sendiri terlebih dahulu, kemudian diserahkan kepada guru/ mentor untuk diisi dan diolah nilai NA

L. Kognitif Skills

No.	**Soal**	**Skor**				
		0	1	2	3	4
1.	Jelaskan metode pengolahan limbah chemical conditioning.					
2.	Jelaskan metode pengolahan limbah solidification/ stabilization.					
3.	Jelaskan metode pengolahan limbah insineration.					
4.	Jelaskan pengertian insinerasi.					
5.	Sebutkan 4 (empat) hal dalam operasi insinerasi.					
6.	Sebutkan 3 (tiga) tahapan proses insinerasi berlangsung.					
7.	Jelaskan sasaran pemanfaatan teknologi insinerasi.					

8.	Jelaskan bagian-bagian atau elemen-elemen dasar dari sebuah insinerator.					
9.	Jelaskan dampak negatif penggunaan insinerator.					
10.	Jelaskan proses kerja insinerator dari limbah padat menjadi listrik.					
11.	Jelaskan 3 (tiga) parameter utama dalam operasi insinerator yang harus diperhatikan.					
12.	Jelaskan pengertian Insinerator skala modular.					

Nilai Kognitif (NA) = $\frac{\sum \text{skor}}{12}$

M. Psikomotorik skills

- Carilah informasi mengenai insinerator dari internet, buku, majalah, jurnal, dll.
- Diskusikan metode pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi dan dampaknya bagi masyarakat.

Aspek Keterampilan yang dinilai

No.	**Aspek Keterampilan**	**Skor**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Keaktifan dalam diskusi				
2.	Kemampuan berkomunikasi				
3.	Penguasaan materi				
4.	Peran serta aktif dalam diskusi				
5.	Kemampuan membuat simpulan diskusi				
6.	Makalah				

N. Produk/ benda kerja sesuai kriteria standar

- Laporan hasil pengamatan dan diskusi.

O. Batasan waktu yang telah ditetapkan

- 4 x 45 menit

BAB IV
PENUTUP

Setelah menyelesaikan bahan ajar ini, peserta didik diharapkan dapat memahami pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). Apabila peserta didik dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evalusi dalam bahan ajar ini, maka peserta didik dapat melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung dari pihak dunia industri atau asosiasi profesi yang berkompeten. Atau apabila peserta didik telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap bahan ajar, maka hasil yang berupa nilai dari instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi bagi pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat peserta didik berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau lembaga sertifikasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Hidayat, Nur. *Manajemen Lingkungan Industri : Teknologi Pengolahan Limbah Padat*. Universitas Brawijaya : Tek. Industri Pertanian, Fak. Teknologi Pertanian.

Latief, AS. *Manfaat dan Dampak Penggunaan Insinerator terhadap Lingkungan*. Teknis Vol. 5 No.1 April 2010 : 20 - 24. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

Sardjono dan Sukosrono, 1995. *Studi Pengolahan Arang Aktif Has-Olahan Limbah Organik dengan Teknik Insinerasi*. Prosiding Pertemuan don Presentasi llmiah. Yogyakarta: PPNY-BATAN

Sugeng Purnomo dan Imam Sasmito. *Studi Pengolahan Limbah Cair Bahan Berbahaya dan Beracun*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah VIII Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi-RISTEK

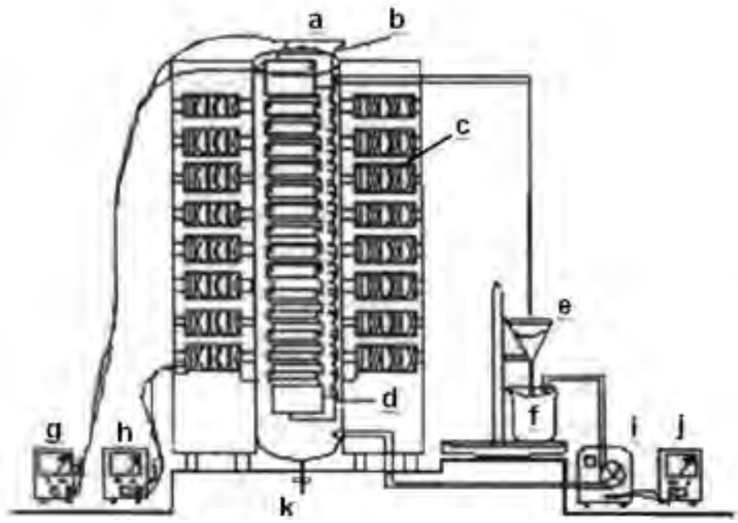
Arief, LM. 2012. http://ikk357.blog.esaunggul.ac.id/files/2012/11/Pengolahan-Limbah-Padat-Industri

Damanhuri, E dan Padmi, T. 2010. http://hmtl.itb.ac.id/wordpress/wp-content/uploads/2011/03/DiktatSampah-2010.pdf (diakses tanggal 18 Desember 2013)

Http://ans-olahlimbah.blogspot.com/2013/03/teknologi-pengolahan-limbah-b3.html#more

Suwargana, Iyan. 2011. http://bplhkarawang.com/wp-content/uploads/2012/05/6_Pengolahan_LB31 (diakses tagl 18 Desember 2013)

Mengamati Pengolahan Limbah Cair dengan Teknik Elektromagnetik Plating





Sumber : Prayitno (2007: 110). *Pustek Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, Yogyakarta*

2013

Mengamati Pengolahan Limbah Cair dengan Teknik Elektromagnetik Plating

Penyusun :
Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Editor Isi :
Endro Purnomo, S.Pd

Editor Bahasa :
Ir. Dwyacitta Prasasti

2013

Kata Pengantar

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyusun bahan ajar untuk Bidang Keahlian Grafika. Bahan ajar ini disusun sebagai sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2013, dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi dunia kerja. Bahan ajar ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja.

Namun demikian, karena dinamika perubahan dunia kerja begitu cepat terjadi, maka bahan ajar ini masih akan selalu diminta masukan untuk bahan perbaikan atau revisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Dalam kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama kepada BMTI-P4TK Bandung atas pendampingan dalam penulisan bahan ajar ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas bahan ajar. Dalam bahan ajar ini memuat tentang mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. Dengan mengetahui pengolahan limbah dengan teknik elektromagnetik plating, peserta didik diharapkan mempunyai kepedulian dan tanggung jawab pada lingkungan.

Demikian, semoga bahan ajar ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta didik SMK Bidang Keahlian Grafika, atau praktisi yang sedang mengembangkan bahan ajar SMK.

Penyusun

Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Daftar Isi

Peta Kedudukan Bahan Ajar
PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PERCETAKAN

LULUS

10. Melakukan percobaan pengolahan limbah padat

9. Melakukan percobaan pengolahan limbah cair

8. Mengamati pengolahan limbah padat dengan sistem reduce (mengurangi)-reuse (guna ulang)-recycle (daur ulang)

7. Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi

6. Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi

5. Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating

4. Mengamati pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi)

3. Mengamati pengolahan limbah cair dengan proses kimia (oksidasi-reduksi)

1. Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan

2. Memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya

Glosarium

Istilah	Keterangan
Cellulosa Asetat	Salah satu jenis polimer yang banyak digunakan untuk industri, salah satunya sebagai polimer pada pembuatan membran ultrafiltrasi. Selulosa asetat secara umum dibedakan atas dua jenis yaitu selulosa triasetat (selulosa asetat primer) dan selulosa diasetat (selulosa asetat sekunder).
Perak Bromida	Berbentuk kristal atau serbuk, berat jenis 6,473. Perak Bromida mempunyai titik didih 300^{o}c. Perak Bromida sangat peka terhadap cahaya, oleh karena itu harus disimpan dalam botol cokelat, dan apabila terkena cahaya maka akan berubah menjadi hitam. Perak Bromida berwarna kuning dan berfungsi dalam pemotretan.
Proses Dissosoasi	Penguraian suatu zat menjadi beberapa zat lain yang lebih sederhana.

BAB I
PENDAHULUAN

S. Deskripsi

Dalam bahan ajar ini peserta didik akan mempelajari tentang mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. Apabila peserta didik telah mempelajari dan menguasai bahan ajar ini, maka peserta didik diharapkan dapat memahami pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating.

T. Prasyarat

Peserta didik sebelum mempelajari bahan ajar ini sebaiknya melakukan pengamatan mengenai teknik-teknik pengolahan limbah. Hal ini dimaksud agar peserta didik lebih mudah memahami materi yang dipelajari pada bahan ajar ini.

Disamping itu peserta didik dalam mempelajari bahan ajar ini harus menyimak dengan tekun dan teliti, agar materi dapat terserap dengan baik.

U. Petunjuk Penggunaan

22. Pelajari daftar isi serta peta kedudukan bahan ajar dengan cermat dan teliti. Karena dalam peta kedudukan bahan ajar akan nampak kedudukan bahan ajar yang sedang peserta didik pelajari dengan bahan ajar yang lain.
23. Kerjakan soal-soal dalam cek kemampuan untuk mengukur sampai sejauh mana pengetahuan yang telah peserta didik miliki.
24. Apabila dari soal dalam cek kemampuan telah peserta didik kerjakan dan 70 % terjawab dengan benar, maka peserta didik dapat langsung menuju Evaluasi untuk mengerjakan soal-soal tersebut. Tetapi apabila hasil jawaban peserta didik tidak mencapai 70 % benar, maka peserta didik harus mengikuti kegiatan pemelajaran dalam bahan ajar ini.
25. Perhatikan urutan materi dengan benar untuk mempermudah dalam memahami isi yang dimaksud.
26. Kerjakan soal-soal evaluasi sebagai sarana latihan.
27. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada guru/instruktur.

28. Catatlah kesulitan yang peserta didik dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada guru pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi bahan ajar agar peserta didik mendapatkan tambahan pengetahuan.

V. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari bahan ajar ini diharapkan peserta didik dapat:

33. Menjelaskan metode pengolahan limbah cair dengan teknik elektomagnetik plating.

34. Menjelaskan kelebihan dari alat metoda elektromagnetik plating.

35. Menjelaskan kekurangan dari alat metoda elektromagnetik plating.

36. Menjelaskan 4 (empat) tingkatan bahaya unsur-unsur kimia.

37. Menjelaskan sifat kimia dan fisika dari perak atau Argentum.

38. Menjelaskan bahan dasar film.

39. Menyebutkankan 3 (tiga) komponen pokok elektromagnetik plating.

40. Menjelaskan prinsip kerja elektromagnetik plating.

41. Menjelaskan sistem kerja dari reduktor elektromagnetik plating.

42. Menjelaskan bagian-bagian dari alat reduktor elektromagnetik plating.

W. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
13. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.7 Menyadari dan menghayati kesempurnaan ciptaan Tuhan alam dan segala isinya dengan mengolah limbah percetakan menjadi sesuatu yang berguna bagi sesama dan lingkungan. 1.8 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dengan menjaga kelestarian dan menghindari kerusakan lingkungan sebagai akibat dari limbah industri grafika.
14. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.10 Menjalankan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam melakukan pengolahan limbah cair dan padat. 2.11 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah pengolahan limbah cair dan padat. 2.12 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan efek limbah dari percetakan, baik cair maupun padat.
15. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan procedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.31 Mengidentifikasi limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 3.32 Menggolongkan jenis limbah percetakan. 3.33 Mengenali pengolahan limbah cair dengan proses kimia (*oksidasi-reduksi*). 3.34 Mengenali pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 3.35 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 3.36 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 3.37 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 3.38 Mengenali pengolahan limbah padat dengan sistem *Reduce* (mengurangi), *Reuse* (guna ulang), dan *Recycle* (daur ulang). 3.39 Menjelaskan pengolahan limbah cair. 3.40 Menjelaskan pengolahan limbah padat.
16. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	1.21 Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 1.22 Memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya. 1.23 Mengamati pengolahan limbah cair dengan proses kimia (oksidasi-reduksi). 1.24 Mengamati pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 1.25 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 1.26 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 1.27 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 1.28 Mengamati pengolahan limbah padat dengan sistem *reduce* (mengurangi), *reuse* (guna ulang), dan *recycle* (daur ulang). 1.29 Melakukan percobaan pengolahan limbah cair. 1.30 Melakukan percobaan pengolahan limbah padat.

X. Cek Kemampuan Awal

No.	Pertanyaan	Benar	Salah
1.	Jelaskan metode pengolahan limbah cair dengan teknik elektomagnetik plating.		
2.	Jelaskan 4 (empat) tingkatan bahaya unsur-unsur kimia.		
3.	Jelaskan bahan dasar film.		
4.	Jelaskan sifat kimia dan fisika dari perak atau Argentum.		
5.	Menjelaskan sistem kerja dari reduktor elektromagnetik plating.		

BAB II
PEMBELAJARAN

G. Deskripsi

Bahan ajar ini mempelajari tentang pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. Mempelajari materi ini akan memudahkan peserta didik memahami seluk beluk pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating dan belajar materi bahan ajar berikutnya, yaitu mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi.

Dengan menguasai bahan ajar ini, peserta didik diharapkan mampu menjelaskan pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating.

H. Kegiatan Belajar

n. Tujuan Pembelajaran

33. Menjelaskan metode pengolahan limbah cair dengan teknik elektomagnetik plating.
34. Menjelaskan kelebihan dari alat metoda elektromagnetik plating.
35. Menjelaskan kekurangan dari alat metoda elektromagnetik plating.
36. Menjelaskan 4 (empat) tingkatan bahaya unsur-unsur kimia.
37. Menjelaskan sifat kimia dan fisika dari perak atau Argentum.
38. Menjelaskan bahan dasar film.
39. Menyebutkankan 3 (tiga) komponen pokok elektromagnetik plating.
40. Menjelaskan prinsip kerja elektromagnetik plating.
41. Menjelaskan sistem kerja dari reduktor elektromagnetik plating.
42. Menjelaskan bagian-bagian dari alat reduktor elektromagnetik plating.

o. Uraian Materi

Pengolahan limbah cair dengan teknik elektomagnetik plating

Elektromagnetik plating merupakan salah satu metode pereduksian perak dengan menggunakan prinsip hukum Lorentz untuk menurunkan/memisahkan kadar unsur logam tertentu di dalam larutan/air limbah tersebut melalui gaya listrik yang dihasilkan dari suatu plat elektroda dan diarahkan dengan adanya gaya

magnet dari selenoida. Metode pengolahan limbah ini dapat digunakan untuk pengolahan limbah pengembangan film reproduksi, karena dapat memisahkan ion-ion perak yang ada di dalam air limbah pencucian film.

Penanganan limbah cair yang ditimbulkan dari proses pencucian film, yaitu limbah Ag (perak). Biasanya limbah Ag ini dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan limbah terlebih dahulu, bahwa kandungan perak yang boleh dibuang ke lingkungan yaitu sebesar 5mg/l. Penanganan limbah B3 yang kurang benar dapat membahayakan kesehatan manusia maupun lingkungan, seperti penyakit akut, keracunan dan akumulasi dalam lingkungan yang akhirnya juga berdampak pada manusia.

Untuk mencegah timbulnya pencemaran lingkungan dan efeknya terhadap kesehatan masyarakat serta makhluk hidup lainnya, limbah bahan berbahaya dan beracun atau B3 harus dikelola secara khusus dengan mengurangi atau menghilangkan sifat bahayanya. Pengaruh bahan pencemar khususnya B3 ini terhadap perairan ini dapat dilihat dari konsentrasi bahan berbahaya dan beracun itu sendiri yang semakin bertambah dalam perairan. Pencemaran logam berat terhadap lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup. Suatu proses produksi dalam industri yang memerlukan suhu tinggi seperti pertambangan, batubara, pembangkit tenaga listrik dengan energi minyak, banyak menimbulkan pencemaran terutama pada logam-logam yang larut dalam air (dalam bentuk ion), seperti tembaga (Cu), arsen (As), kadmium (Cd), timah hitam (Pb) dan merkuri (Hg). Berbagai pengolahan telah banyak dikembangkan untuk menurunkan kadar limbah antara lain seperti sorpsi, floatasi, flokulasi koagulasi dan lain sebagainya. Namun cara ini tidak menghasilkan penurunan kadar logam yang memenuhi standar baku mutu air limbah. Karena demikian dibuatlah suatu terobosan baru sebagai salah satu alternatif pengolahan tahap akhir agar kadar limbah logam berat yang dihasilkan memenuhi standar baku mutu air limbah sehingga aman bila dibuang ke lingkungan. Alternatif yang digunakan ini berupa pengolahan yang menggunakan teknik elektromagnetik plating.

Adapun kelebihan dari alat metoda elektromagnetik plating antara lain bisa mereduksi kadar ion-ion logam berat dengan lebih ekonomis, beresiko rendah, mudah dalam penggunaannya dan efisiensi penurunan kadar logam sangat tinggi karena alat ini tidak dipengaruhi oleh temperatur, tidak menggunakan bahan kimia tambahan dan daya listrik yang digunakan cukup kecil. Adapun kekurangan dari alat ini yaitu terlalu kecilnya jarak antar elektroda yang mengakibatkan terjadinya hubungan pendek apabila konsentrasi limbah yang terlalu tinggi. Sistem elektromagnetik plating cocok digunakan untuk limbah-limbah cair yang mengandung berbagai logam. Sistem elektromagnetik plating ini bekerja dengan memanfaatkan perpaduan elektromagnet dan elektrokimia yaitu elektrolisis untuk menangkap ion-ion logam yang bermuatan positif sehingga kadar logam akan

berkurang dari buangan limbah industri. Luas permukaan katoda yang digunakan 204,6 cm^2 dengan jarak plat 2 cm.

Pencemaran oleh limbah yang mengandung logam berat akan mengganggu kesehatan lingkungan, kesejahteraan lingkungan dan kesejahteraan manusia disamping juga dapat merubah sistem kerja biologis. Air limbah yang mengandung logam berat baik dalam bentuk ion maupun senyawa, dapat bersifat toksik yang mempengaruhi lingkungan. Tingkat bahaya unsur-unsur kimia mempunyai 4 (empat) tingkatan yaitu :

1. Unsur-unsur berdaya pencemar sangat tinggi : Ag, Cd, Hg, Cu, Sb, Cn, Fe, Ar, Zn.
2. Unsur-unsur berdaya pencemar tinggi : Ba, Ca, Bi, Mn, P, Ti, U.
3. Unsur-unsur berdaya pencemar menengah : Al, As, Cl, Co, F, B, Li, Na, N
4. Unsur-unsur berdaya pencemar rendah: Ga, La, I, Si, Nd, Sr, Ta, Zr.

1. Limbah Perak (Ag)

Perak atau Argentum adalah logam berat mulia yang mempunyai lambang kimia Ag, berwarna mendekati putih mengkilap dan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

a. Sifat kimia

Bila direaksikan dengan asam khlorida akan membentuk endapan putih dari AgCl dan timbul gas H2.

Reaksi :

$$2Ag + 2HCl \longrightarrow \underset{\text{Endapan Putih}}{2AgCl\downarrow} + \underset{\text{Gas}}{H_2\uparrow}$$

Perak murni apabila berada pada udara akan teroksidasi dan secara perlahan warna akan berubah dari putih menjadi kusam dan akhirnya berwarna kusam membentuk perak oksida.

$$4\ Ag + O_2 \longrightarrow 2Ag_2O$$

b. Sifat fisika

Nomor Atom = 47
Berat Jenis = 10,5 kg/l
Bobot Atom = 107,880
Kekerasan = 2,5-2,7
Titik Lebur = 960^o C
Titik Didih = 1950 ^{o}C
Susunan Isotop = 107(52,9 %), 190 (48,1%)
Panas Jenis = 0,0544 kal

Warna = Putih mengkilap

Film terbuat dari cellulosa asetat dalam bentuk polyester yang dilapisi emulsi kristal-kristal perak halida dengan ukuran antara 0,05 mikron sampai 5 mikron biasanya berupa senyawa perak bromida. Bahan dasar film :

- Terbuat dari bahan yang bening, bersifat fleksibel dan tidak mudah patah.
- Merupakan struktur yang kokoh untuk tempat dilapiskannya emulsi.

Dalam kristal perak halida : perak adalah ion positip dan bromida adalah ion negatip :

$$Br + foton \longrightarrow Br + e$$

Elektron bergerak bebas dalam kristal dan terperangkap dalam "Sensitivity Speck" (ketidakesempurnaan kristal), "Sensitivity Speck" menjadi bermuatan negatip sehingga dapat menarik ion perak. Di dalam Sensitivity Speck ion perak dinetralkan menjadi sebuah atom perak.

$$e + Ag \longrightarrow Ag$$

Pada proses pengembangan film, kristal-kristal akan terurai dan larut dalam solven. Pada proses akhirnya, solven yang mengandung senyawa perak ini menjadi bahan buangan berupa limbah cair.

Elektromagnetik plating terdiri dari 3 (tiga) komponen pokok, yaitu kumparan elektromagnet yang terbuat dari lilitan kawat tembaga berintikan ferit sehingga membentuk susunan solenoida yang dialiri arus listrik untuk menghasilkan gaya magnet, elektroplate yang terbuat dari tembaga, besi alluminum dan seng untuk menghasilkan gaya listrik diantara dua buah pelat tersebut dan bak kontak yang berfungsi sebagai tempat terjadinya kontak ion–ion yang ada dalam limbah dengan kumparan elektromagnet yang ada pada sisi–sisi bak kontak tersebut.

Prinsip kerja elektromagnetik plating berdasarkan konsep fisika, yaitu pengaruh medan magnet terhadap ion–ion yang terdapat dalam suatu medium. Ion–ion yang terdorong atau ditarik oleh gaya magnet ini kemudian akan ditangkap oleh elektroplate yang ada. Fungsi gaya magnet adalah untuk mendorong ion–ion logam Ag+ yang ada di dalam larutan, kearah elektroplate yang berfungsi sebagai tempat menempel ion logam pada permukaan plat dan oleh karena itu arah gaya magnet perlu diperhatikan.

2. Limbah Kadmium (Cd)

LImbah cair percetakan mengandung unsur kadmium (Cd). Bagi manusia logam kadmium sebenarnya merupakan logam asing dan tubuh sama sekali tidak membutuhkannya dalam proses metabolisme. Meskipun cadmium sangat banyak dimanfaatkan, tetapi selama berabad-abad telah menjadi penyebab terjadinya keracunan dalam makanan karena logam tersebut tidak larut dalam asam organik,

bahkan dalam kadar yang sangat kecil kadmium dapat menyebabkan keracunan bagi makhluk hidup.

Kadmium akan mempengaruhi otot polos, pembuluh darah secara langsung maupun tidak langsung melalui ginjal. Kadmium juga dapat menyebabkan impotensi pada manusia dan merupakan penyebab kanker karena bersifat carsinogenic. Telah banyak ditemukan beberapa macam kanker yang terjadi pada manusia disebabkan oleh makanan dan minuman mereka yang mengandung logam berat, karena jika enzim bergabung dengan logam berat terutama enzim yang mengandung sulfur maka enzim tersebut berubah sifat menjadi penyebab kanker. Kadmium dapat menyebabkan keracunan yang bersifat kronis, sehingga bila cadmium masuk ke dalam tubuh maka akan menyebabkan kerusakan-kerusakan pada sistem fisiologi tubuh. Sistem-sistem tubuh yang dapat dirusak oleh keracunan kronis logam Cd adalah antara lain pada sistem urania (ginjal), sistem respirasi (pernapasan), sistem sirkulasi darah dan pada jantung. Selain itu logam Cd dapat menyebabkan kerusakan kelenjar reproduksi, sistem penciuman dan bahkan dapat mengakibatkan kerapuhan pada tulang.

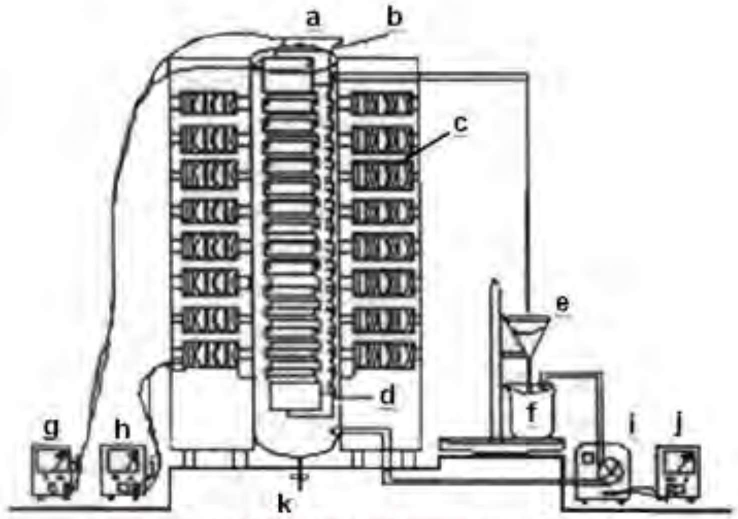
Dalam sistem elektromagnetik plating, alat yang digunakan terdiri atas tiga komponen pokok, yaitu : (1) kumparan eletromagnet, (2) elektroplate dan (3) bak kontak. Kumparan elektromagnet terdiri dari suatu kumparan lilitan kawat tembaga yang berintikan ferrit sehingga membentuk susunan solenoida yang dialiri arus listrik dan menghasilkan gaya magnet. Komponen plat elektroda terbuat dari plat logam lain dan dialiri arus listrik yang menghasilkan gaya listrik. Sedangkan bak kontak berfungsi sebagai tempat terjadinya kontak antara ion-ion yang ada dalam limbah dengan kumparan elektromagnet dan elektroplate yang ada pada sisi bak kontak tersebut.

Prinsip kerja alat yaitu berdasarkan konsep elektromagnet . Pengaruh gaya magnet akan mendorong/menarik dan menahan ion-ion logam yang ada dalam larutan sehingga tidak terbawa arus limbah ke bawah bak kontak, kemudian ion-ion logam yang tertahan akan menempel pada permukaan plat elektroda yang telah dialiri arus listrik.

Alat yang digunakan pada teknik elektomagnetik plating adalah reduktor elektromagnetik plating. Dengan adanya medan listrik, maka molekul-molekul di dalam limbah cair pengembangan film pada perusahaan grafika akan mengalami suatu gaya listrik yang mengakibatkan molekul-molekul krom akan terdisosiasi menjadi ion-ion positip dan ion-ion negatip. Sesuai dengan jenis muatannya, ion-ion positip akan tertarik menuju katoda (elektroda negatip) dan ion-ion negatip akan tertarik menuju anoda (elektoda positip).

Dengan adanya medan magnet, maka ion-ion krom akan mengalami suatu gaya magnet. Arah dorongan gaya magnet terhadap ion-ion dalam suatu larutan/limbah haruslah menuju ke arah plat elektroda, karena pada plat elektroda inilah tempat dimana terjadi penempelan ion-ion krom. Arah dorongan gaya magnet berkaitan dengan arah lilitan kawat/ email dalam selenoida, dengan arah

lilitan selenoida yang sesuai maka akan dihasilkan arah medan magnet dan arah kutub-kutub magnet yang dikehendaki. Secara singkat mekanisme pereduksian krom dalam limbah penyamakan kulit dengan reduktor elektomagnetik plating, yaitu terjadi proses dissosoasi dari molekul-molekul krom di dalam limbah pengembangan film reproduksi (grafika) dikarenakan adanya gaya listrik oleh plat elektroda. Proses disosiasi ini diperkuat oleh adanya medan magnet yang berfungsi sebagai pendorong untuk mengarahkan penempelan ion-ion pada elektroda sesuai dengan jenis muatan ionnya. Dengan bekerjanya gaya-gaya menurut kaidah tangan kanan, ion-ion Cr yang terkena pengaruh medan magnet dan medan listrik, maka ion-ion krom tersebut akan bergerak dengan lintasan berbentuk helik. Sesuai muatannya yaitu ion positip akan bergerak dan menempel menuju ke elektroda negatip (katoda) dan ion negatip akan bergerak menuju ke elektroda positip (anoda), sehingga pada akhir proses di dapatkan limbah yang tereduksi konsentrasi krornnya karena ion-ion Cr telah menempel pada plat elektroda.



Gambar 1. Alat Reduktor Elektromagnetik Plating

Keterangan :
a = Plat Elektroda.
b = Salman Output
c = Selenoida.
d = Salman Input.
e = Corong beserta saringan.
f   = Becker Gelas.
g = Power Supply untuk Plat Elektroda
h = Power Supply untuk Selenoida
i   = Pompa Masterflex.
j   = Power Supply untuk Pompa Masterflex.

k = Saluran Pembuangan.



Gambar 2. Sistem Rangkaian Alat Elektromagnetik Plating

p. Rangkuman

- Elektromagnetik plating merupakan salah satu metode pereduksian perak dengan menggunakan prinsip hukum Lorentz untuk menurunkan/memisahkan kadar unsur logam tertentu di dalam larutan/air limbah tersebut melalui gaya listrik yang dihasilkan dari suatu plat elektroda dan diarahkan dengan adanya gaya magnet dari selenoida.
- Metode pengolahan limbah ini dapat digunakan untuk pengolahan limbah pengembangan film reproduksi, karena dapat memisahkan ion-ion perak yang ada di dalam air limbah pencucian film.
- Kelebihan dari alat metoda elektromagnetik plating antara lain bisa mereduksi kadar ion-ion logam berat dengan lebih ekonomis, beresiko rendah, mudah dalam penggunaannya dan efisiensi penurunan kadar logam sangat tinggi karena alat ini tidak dipengaruhi oleh temperatur, tidak menggunakan bahan kimia tambahan dan daya listrik yang digunakan cukup kecil.

- Kekurangan dari alat ini yaitu terlalu kecilnya jarak antar elektroda yang mengakibatkan terjadinya hubungan pendek apabila konsentrasi limbah yang terlalu tinggi.
- Sistem elektromagnetik plating cocok digunakan untuk limbah-limbah cair yang mengandung berbagai logam.
- Tingkat bahaya unsur-unsur kimia mempunyai 4 (empat) tingkatan yaitu :
  1. Unsur-unsur berdaya pencemar sangat tinggi : Ag, Cd, Hg, Cu, Sb, Cn, Fe, Ar, Zn.
  2. Unsur-unsur berdaya pencemar tinggi : Ba, Ca, Bi, Mn, P, Ti, U.
  3. Unsur-unsur berdaya pencemar menengah : Al, As, Cl, Co, F, B, Li, Na, N
  4. Unsur-unsur berdaya pencemar rendah: Ga, La, I, Si, Nd, Sr, Ta, Zr.
- Perak atau Argentum adalah logam berat mulia yang mempunyai lambang kimia Ag, berwarna mendekati putih mengkilap dan mempunyai sifat kimia dan fisika.
- Elektromagnetik plating terdiri dari 3 (tiga) komponen pokok, yaitu kumparan elektromagnet yang terbuat dari lilitan kawat tembaga berintikan ferit sehingga membentuk susunan solenoida yang dialiri arus listrik untuk menghasilkan gaya magnet, elektroplate yang terbuat dari tembaga, besi alluminum dan seng untuk menghasilkan gaya listrik diantara dua buah pelat tersebut dan bak kontak yang berfungsi sebagai tempat terjadinya kontak ion–ion yang ada dalam limbah dengan kumparan elektromagnet yang ada pada sisi–sisi bak kontak tersebut.

- Prinsip kerja elektromagnetik plating berdasarkan konsep fisika, yaitu pengaruh medan magnet terhadap ion–ion yang terdapat dalam suatu medium. Ion–ion yang terdorong atau ditarik oleh gaya magnet ini kemudian akan ditangkap oleh elektroplate yang ada. Fungsi gaya magnet adalah untuk mendorong ion–ion logam Ag+ yang ada di dalam larutan, kearah elektroplate yang berfungsi sebagai tempat menempel ion logam pada permukaan plat dan oleh karena itu arah gaya magnet perlu diperhatikan.
- Kadmium akan mempengaruhi otot polos, pembuluh darah secara langsung maupun tidak langsung melalui ginjal. Kadmium juga dapat menyebabkan impotensi pada manusia dan merupakan penyebab kanker karena bersifat carsinogenic. Telah banyak ditemukan beberapa macam kanker yang terjadi pada manusia disebabkan oleh makanan dan minuman mereka yang mengandung logam berat, karena jika enzim bergabung dengan logam berat terutama enzim yang mengandung sulfur maka enzim tersebut berubah sifat menjadi penyebab kanker. Kadmium dapat menyebabkan keracunan yang bersifat kronis, sehingga bila cadmium masuk ke dalam tubuh maka akan menyebabkan kerusakan-kerusakan pada sistem fisiologi tubuh. Sistem-sistem tubuh yang dapat dirusak oleh keracunan kronis logam Cd adalah antara lain pada sistem urania (ginjal), sistem respirasi (pernapasan), sistem sirkulasi darah dan pada jantung. Selain itu logam Cd dapat menyebabkan kerusakan kelenjar reproduksi, sistem penciuman dan bahkan dapat mengakibatkan kerapuhan pada tulang.

- Prinsip kerja alat yaitu berdasarkan konsep elektromagnet . Pengaruh gaya magnet akan mendorong/menarik dan menahan ion-ion logam yang ada dalam larutan sehingga tidak terbawa arus limbah ke bawah bak kontak, kemudian ion-ion logam yang tertahan akan menempel pada permukaan plat elektroda yang telah dialiri arus listrik.
- Alat yang digunakan pada teknik elektomagnetik plating adalah reduktor elektromagnetik plating. Dengan adanya medan listrik, maka molekul-molekul di dalam limbah cair pengembangan film pada perusahaan grafika akan mengalami suatu gaya listrik yang mengakibatkan molekul-molekul krom akan terdisosiasi menjadi ion-ion positip dan ion-ion negatip. Sesuai dengan jenis muatannya, ion-ion positip akan tertarik menuju katoda (elektroda negatip) dan ion-ion negatip akan tertarik menuju anoda (elektoda positip).

q. Tugas

- Buatlah karya ilmiah yang membahas tentang pemanfaatan pengolahan limbah cair teknik elektromagnetik plating di percetakan

r. Lembar Kerja Peserta Didik

13. Alat
    - Pulpen
    - Penggaris
14. Bahan
    - Kertas
15. Keselamatan Kerja

- Teliti dan cermat dalam melakukan mempelajari pengetahuan mengenai pengolahan limbah dengan teknik elektromagnetik plating.

16. Langkah Kerja
    - Mencermati bagian-bagian alat reduktor elektomagnetik plating.
    - Mencermati fungsi bagian-bagian alat reduktor elektomagnetik plating.
    - Mencermati kelebihan dan kekurangan penggunaan alat reduktor elektomagnetik plating.
    - Membuat laporan hasil analisis.
    - Mengecek kembali hasil analisis yang telah ditulis.
    - Melaporkan hasil analisis pada guru/ mentor.

BAB III
EVALUASI

P. Attitude Skills

No. (n)	Aspek Sikap /ranah Non-instruksional/ (Attitude)	Skor Perolehan							
		Believe (B) (Preferensi oleh Peserta didik ybs.)				**Evaluation (E)** (Oleh Guru/ mentor)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kedisiplinan								
2.	Kejujuran								
3.	Kerja sama								
4.	Mengakses dan mengorganisasi informasi								
5.	Tanggung jawab								
6.	Memecahkan masalah								
7.	Kemandirian								
8.	Ketekunan								

Nilai Attitude (NA) = $\frac{\sum \text{skor}}{8}$

Keterangan :

- Peserta didik dapat mengisi skor diri sendiri terlebih dahulu, kemudian diserahkan kepada guru/ mentor untuk diisi dan diolah nilai NA

Q. Kognitif Skills

No.	**Soal**	**Skor**				
		0	1	2	3	4
1.	Jelaskan metode pengolahan limbah cair dengan teknik elektomagnetik plating.					
2.	Jelaskan kelebihan dari alat metoda elektromagnetik plating.					
3.	Jelaskan kekurangan dari alat metoda elektromagnetik plating.					
4.	Jelaskan 4 (empat) tingkatan bahaya unsur-unsur kimia.					
5.	Jelaskan sifat kimia dan fisika dari perak atau Argentum.					
6.	Jelaskan bahan dasar film.					
7.	Sebutkankan 3 (tiga) komponen pokok					

	elektromagnetik plating.					
8.	Jelaskan prinsip kerja elektromagnetik plating.					
9.	Jelaskan sistem kerja dari reduktor elektromagnetik plating.					
10.	Jelaskan bagian-bagian dari alat reduktor elektromagnetik plating.					

$$\text{Nilai Kognitif (NA)} = \frac{\sum \text{skor}}{10}$$

R. Psikomotorik skills

- Carilah informasi mengenai pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating dari internet, buku, majalah, jurnal, dll.
- Diskusikan metode pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating dan manfaat ekonomisnya.

Aspek Keterampilan yang dinilai

No.	**Aspek Keterampilan**	**Skor**			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Keaktifan dalam diskusi				
2.	Kemampuan berkomunikasi				
3.	Penguasaan materi				
4.	Peran serta aktif dalam diskusi				
5.	Kemampuan membuat simpulan diskusi				
6.	Makalah				

S. Produk/ benda kerja sesuai kriteria standar

- Laporan hasil analisis dan diskusi.

T. Batasan waktu yang telah ditetapkan

- 4 x 45 menit

BAB IV
PENUTUP

Setelah menyelesaikan bahan ajar ini, peserta didik diharapkan dapat memahami pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. Apabila peserta didik dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evalusi dalam bahan ajar ini, maka peserta didik dapat melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung dari pihak dunia industri atau asosiasi profesi yang berkompeten. Atau apabila peserta didik telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap bahan ajar, maka hasil yang berupa nilai dari instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi bagi pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat peserta didik berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau lembaga sertifikasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Prayitno, dkk. 2003. Efektivitas Reduktor Elektromagnetik Pada Pemisahan Chromium Dalam Air Limbah, Prosiding Pertemuan dan Presentasi IImiah Penelitian Dasar IImu Pengetahuan dan Teknologl Nuklir. Yogyakarta : Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN.

Prayitno, Sukosrono. 2006. Sistem Reduktor Elektromagnetik Untuk Penurunan Kadar Ag Dalam Limbah Cair. Prosiding Pertemuan dan Presentasi IImiah Penelitian Dasar IImu Pengetahuan dan Teknologl Nuklir. Yogyakarta : Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN.

__________________. 2007. Pemisahan Kadmium Dalam Limbah Cair Industri Percetakan Dengan Sistem Elektromagnetik Plating. Prosiding Pertemuan dan Presentasi IImiah Penelitian Dasar IImu Pengetahuan dan Teknologl Nuklir. Yogyakarta : Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN.

Mengamati Pengolahan Limbah Cair dengan Teknik Destruksi Suhu Tinggi





2013

Mengamati Pengolahan Limbah Cair dengan Teknik Destruksi Suhu Tinggi

Sumber : Prayitno (2007: 110), *Pustek Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, Yogyakarta*

Penyusun :
Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Editor Isi :
Endro Purnomo, S.Pd

Editor Bahasa :
Ir. Dwyacitta Prasasti

2013

Kata Pengantar

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyusun bahan ajar untuk Bidang Keahlian Grafika. Bahan ajar ini disusun sebagai sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2013, dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi dunia kerja. Bahan ajar ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja.

Namun demikian, karena dinamika perubahan dunia kerja begitu cepat terjadi, maka bahan ajar ini masih akan selalu diminta masukan untuk bahan perbaikan atau revisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Dalam kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama kepada BMTI-P4TK Bandung atas pendampingan dalam penulisan bahan ajar ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas bahan ajar. Dalam bahan ajar ini memuat tentang mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. Dengan mengetahui pengolahan limbah dengan teknik elektromagnetik plating, peserta didik diharapkan mempunyai kepedulian dan tanggung jawab pada lingkungan.

Demikian, semoga bahan ajar ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta didik SMK Bidang Keahlian Grafika, atau praktisi yang sedang mengembangkan bahan ajar SMK.

Penyusun

Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Daftar Isi

Peta Kedudukan Bahan Ajar
PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PERCETAKAN

LULUS

10. Melakukan percobaan pengolahan limbah padatg komponen harga jual

9. Melakukan percobaan pengolahan limbah cair

8. Mengamati pengolahan limbah padat dengan sistem reduce (mengurangi)-reuse (guna ulang)-recycle (daur ulang)

7. Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi

6. Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi

5. Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating

4. Mengamati pengolahan limbah dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi)

3. Mengamati pengolahan limbah cair dengan proses kimia (oksidasi-reduksi)

1. Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan

2. Memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya

Glosarium

Istilah	Keterangan
Oksidasi	Interaksi antara molekul oksigen dan semua zat yang berbeda. Oksidasi merupakan pelepasan elektron oleh sebuah molekul, atom, atau ion.
Volatile	Media penyimpanan data yang akan hilang datanya bila tidak ada aliran listrik
Analisis Gravimetri	Suatu metode analisis yang didasarkan pada pengukuran berat, yang melibatkan: pembentukan, isolasi dan pengukuran berat dari suatu endapan.
Enamel	Bahan yang terbuat dari panduan kaca (silica).

BAB I
PENDAHULUAN

Y. Deskripsi

Dalam bahan ajar ini peserta didik akan mempelajari tentang mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. Apabila peserta didik telah mempelajari dan menguasai bahan ajar ini, maka peserta didik diharapkan dapat memahami pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi.

Z. Prasyarat

Peserta didik sebelum mempelajari bahan ajar ini sebaiknya melakukan pengamatan mengenai teknik-teknik pengolahan limbah. Hal ini dimaksud agar peserta didik lebih mudah memahami materi yang dipelajari pada bahan ajar ini.

Disamping itu peserta didik dalam mempelajari bahan ajar ini harus menyimak dengan tekun dan teliti, agar materi dapat terserap dengan baik.

AA. Petunjuk Penggunaan

29. Pelajari daftar isi serta peta kedudukan bahan ajar dengan cermat dan teliti. Karena dalam peta kedudukan bahan ajar akan nampak kedudukan bahan ajar yang sedang peserta didik pelajari dengan bahan ajar yang lain.
30. Kerjakan soal-soal dalam cek kemampuan untuk mengukur sampai sejauh mana pengetahuan yang telah peserta didik miliki.
31. Apabila dari soal dalam cek kemampuan telah peserta didik kerjakan dan 70 % terjawab dengan benar, maka peserta didik dapat langsung menuju Evaluasi untuk mengerjakan soal-soal tersebut. Tetapi apabila hasil jawaban peserta didik tidak mencapai 70 % benar, maka peserta didik harus mengikuti kegiatan pemelajaran dalam bahan ajar ini.
32. Perhatikan urutan materi dengan benar untuk mempermudah dalam memahami isi yang dimaksud.
33. Kerjakan soal-soal evaluasi sebagai sarana latihan.
34. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada guru/instruktur.

35. Catatlah kesulitan yang peserta didik dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada guru pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi bahan ajar agar peserta didik mendapatkan tambahan pengetahuan.

BB. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari bahan ajar ini diharapkan peserta didik dapat:

43. Memahami PP No. 85, 1999 tentang pengelolaaan limbah bahan berbahaya dan beracun.
44. Menjelaskan kriteria dari logam berat.
45. Menjelaskan pengertian dari destruksi.
46. Menjelaskan faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam metode destruksi.
47. Menjelaskan tujuan dari destruksi.
48. Menjelaskan definisi destruksi basah dan destruksi kering.
49. Menjelaskan proses kerja destruksi basah dan destruksi kering.
50. Menjelaskan sifat dan karakteristik asam yang sering digunakan dalam proses destruksi.
51. Menyebutkan alat-alat yang digunakan untuk melakukan destruksi basah dan destruksi kering.
52. Menjelaskan langkah kerja dari destruksi kering.
53. Menjelaskan kelebihan dan kekurangan dari destruksi kering.

CC. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
17. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.9 Menyadari dan menghayati kesempurnaan ciptaan Tuhan alam dan segala isinya dengan mengolah limbah percetakan menjadi sesuatu yang berguna bagi sesama dan lingkungan. 1.10 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dengan menjaga kelestarian dan menghindari kerusakan lingkungan sebagai akibat dari limbah industri grafika.
18. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.13 Menjalankan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam melakukan pengolahan limbah cair dan padat. 2.14 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah pengolahan limbah cair dan padat. 2.15 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan efek limbah dari percetakan, baik cair maupun padat.
19. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan procedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.41 Mengidentifikasi limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 3.42 Menggolongkan jenis limbah percetakan. 3.43 Mengenali pengolahan limbah cair dengan proses kimia (*oksidasi-reduksi*). 3.44 Mengenali pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 3.45 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 3.46 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 3.47 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 3.48 Mengenali pengolahan limbah padat dengan sistem *Reduce* (mengurangi), *Reuse* (guna ulang), dan *Recycle* (daur ulang). 3.49 Menjelaskan pengolahan limbah cair. 3.50 Menjelaskan pengolahan limbah padat.
20. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 4.2 Memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya. 4.3 Mengamati pengolahan limbah cair dengan proses kimia (oksidasi-reduksi). 4.4 Mengamati pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 4.5 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 4.6 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 4.7 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 4.8 Mengamati pengolahan limbah padat dengan sistem reduce (mengurangi), reuse (guna ulang), dan recycle (daur ulang). 4.9 Melakukan percobaan pengolahan limbah cair. 4.10 Melakukan percobaan pengolahan limbah padat.

DD. Cek Kemampuan Awal

No.	Pertanyaan	Benar	Salah
1.	Apa yang diatur dalam PP No. 85 tahun 1999		
2.	Jelaskan kriteria dari logam berat.		
3.	Jelaskan pengertian dari destruksi.		
4.	Jelaskan tujuan dari destruksi.		
5.	Jelaskan definisi destruksi basah dan destruksi kering.		

BAB II
PEMBELAJARAN

I. Deskripsi

Bahan ajar ini mempelajari tentang pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. Mempelajari materi ini akan memudahkan peserta didik memahami seluk beluk pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi dan belajar materi bahan ajar berikutnya, yaitu mengamati pengolahan limbah padat dengan sistem reduce (mengurangi)-reuse (guna ulang)-recycle (daur ulang).

Dengan menguasai bahan ajar ini, peserta didik diharapkan mampu menjelaskan pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi.

J. Kegiatan Belajar

s. Tujuan Pembelajaran

43. Memahami PP No. 85, 1999 tentang pengelolaaan limbah bahan berbahaya dan beracun.
44. Menjelaskan kriteria dari logam berat.
45. Menjelaskan pengertian dari destruksi.
46. Menjelaskan faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam metode destruksi.
47. Menjelaskan tujuan dari destruksi.
48. Menjelaskan definisi destruksi basah dan destruksi kering.
49. Menjelaskan proses kerja destruksi basah dan destruksi kering.
50. Menjelaskan sifat dan karakteristik asam yang sering digunakan dalam proses destruksi.
51. Menyebutkan alat-alat yang digunakan untuk melakukan destruksi basah dan destruksi kering.
52. Menjelaskan langkah kerja dari destruksi kering.
53. Menjelaskan kelebihan dan kekurangan dari destruksi kering.

t. Uraian Materi

Industri percetakan menghasilkan limbah cair yang berbahaya bagi manusia, maka limbah cair percetakan berkategori B3 (bahan berbahaya dan beracun). Dikategorikan B3, karena limbah tersebut mengandung logam berat terutama Pb

dan Cr (PP No. 85, 1999 tentang pengelolaaan limbah bahan berbahaya dan beracun). Pencemaran logam berat terhadap lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Pada awal digunakannya logam sebagai alat, belum diketahui pengaruh pencemarannya pada lingkungan. Proses oksidasi dari logam yang menyebabkan perkaratan sebetulnya merupakan tanda-tanda adanya pencemaran. Tahun demi tahun ilmu kimia semakin berkembang dengan cepat dan dengan mulai ditemukannya garam logam seperti $HgNO_3$, $PbNO_3$, HgCl, $CdCl_2$ dan lain-lain, serta diperjualbelikannya garam tersebut untuk industri, maka tanda-tanda pencemaran lingkungan mulai meningkat. (Darmono, 1995: 10).

Terjadinya keracunan logam paling sering disebabkan pengaruh pencemaran lingkungan oleh logam berat seperti penggunaan logam sebagai pembasmi hama (pestisida), pemupukan maupun pembuangan limbah pabrik yang menggunakan logam. Logam esenial seperti Pb, Hg, Cd Cr, dan As sama sekali belum diketahui kegunaannya, walaupun dalam jumlah mikro akan menyebabkan keracunan (Darmono, 1995: 21).

Logam berat termasuk golongan logam dengan kriteria yang sama dengan logam lain, yaitu:

a. Memiliki kemampuan yang baik sebagai penghantar panas
b. Memiliki kemampuan yang baik sebagai penghantar daya listrik
c. Memiliki kekerapan tinggi
d. Dapat membentuk alloy dengan logam lain
e. Untuk logam yang padat dapat ditempa

Perbedaannya terletak pada pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup (Heryando Palar, 1994: 20). Logam berat esensial seperti Zn, Fe, dan Cu, bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebih akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh. Dan jika yang masuk adalah logam berat beracun, seperti Pb, Cd, Cr, dan Hg, maka dipastikan organisme tersebut akan keracunan. Dalam sistem biologi logam berat bersifat toksik, sebab dapat bereaksi dengan protein, enzim dan asam amino. Logam berat dalam senyawa organic dapat terikat sebagai bio anorganik, yaitu senyawa logam yang terikat dalam sistem biologi (Heryando Palar, 1994).

Metode Destruksi

Destruksi merupakan suatu perlakuan pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis. Istilah destruksi ini disebut juga perombakan, yaitu dari bentuk organik logam menjadi bentuk logam-logam anorganik. Pada dasarnya ada dua jenis destruksi yang dikenal dalam ilmu kimia yaitu destruksi basah (oksida basah) dan destruksi kering (oksida kering). Kedua destruksi ini memiliki teknik pengerjaan dan lama pemanasan atau pendestruksian yang

berbeda. Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam metode destruksi antara lain :

1. Sifat sampel dan unsur logam yang terkandung di dalam sampel.
2. Jenis logam yang akan dianalisis.
3. Metode instrumentasi yang digunakan untuk penentuan logam.

Secara umum tujuan destruksi adalah untuk :

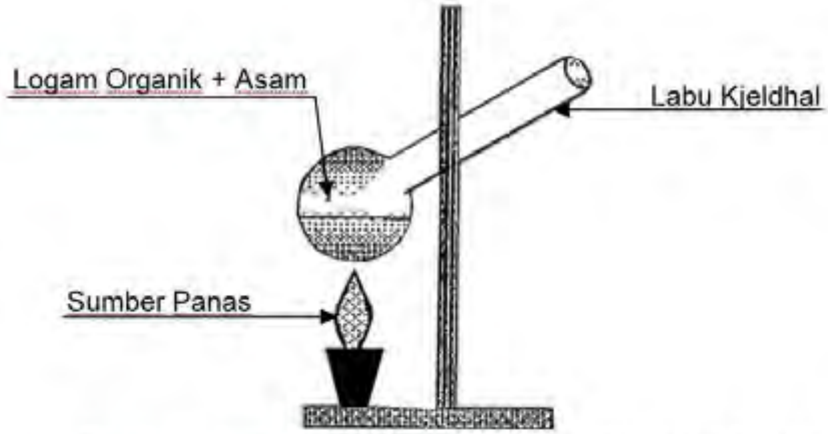
1. Memperoleh unsur sampel dalam bentuk yang sesuai dengan metode yang digunakan.
2. Mengurangi gangguan dari unsur lain.
3. Membuat konsentrasi unsur yang terdapat dalam sampel berada dalam batas-batas yang diperlukan.

Destruksi dapat dilakukan dengan cara destruksi basah atau destruksi kering.Destruksi (pengabuan) basah dilakukan dengan cara melarutkan sampel dalam pelarut asam, sedangkan pengabuan kering dilakukan dengan cara pemanasan sampel pada suhu tinggi sampai diperoleh abu kering, kemudian dilanjutkan pelarutan dengan pelarut asam. Kedua jenis metode destruksi ini memiliki teknik pengerjaan, kelemahan dan keakuratan yang berbeda.

Metode Destruksi Basah

Destruksi basah adalah perombakan logam organik dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi dengan menggunakan zat oksidator, sehingga dihasilkan logam anorganik bebas. Pelarut-pelarut yang dapat digunakan untuk destruksi basah antara lain asam nitrat, asam sulfat, asam perklorat, dan asam klorida. Kesemua pelarut tersebut dapat digunakan baik tunggal maupun campuran. Kesempurnaan destruksi ditandai dengan diperolehnya larutan jernih pada larutan destruksi, yang menunjukkan bahwa semua konstituen yang ada telah larut sempurna atau perombakan senyawa-senyawa organik telah berjalan dengan baik. Senyawa-senyawa garam yang terbentuk setelah destruksi merupakan senyawa garam yang stabil dan disimpan selama beberapa hari. Pada umumnya pelaksanaan kerja destruksi basah dilakukan secara metode Kjeldhal. Dalam usaha pengembangan metode telah dilakukan modifikasi dari peralatan yang digunakan (Raimon, 1993).

Destruksi basah sangat sesuai dengan penentuan unsur-unsur logam yang mudah menguap. Pelarut-pelarut yang dapat digunakan untuk destruksi basah adalah HNO_3 dan $HClO_4$. Pelarut-pelarut tersebut dapat digunakan secara tunggal atau dikombinasikan dengan asam-asam mineral.



Gambar 1. Instrumen Labu Kjeldhal untuk Destruksi Basah

Kesempurnaan destruksi basah ditandai dengan diperolehnya larutan jernih pada larutan logam organik (sampel), yang menunjukkan bahwa semua konstituen yang ada telah larut sempurna atau perombakan senyawa-senyawa organik menjadi senyawa-senyawa anorganik telah sempurna.

Metode Destruksi Kering

Destruksi kering merupakan perombakan organik logam-logam di dalam sampel menjadi logam-logam anorganik bebas dengan jalan pengabuan sampel dalam *muffle furnace* dan memerlukan suhu pemanasan tertentu. Destruksi ini dapat menggunakan material dalam tanaman seperti kayu, kulit kayu, buah, akar, tangkai, dan daun. Pada umumnya dalam destruksi kering ini dibutuhkan suhu pemanasan antara 400-800^oC, tetapi suhu ini sangat tergantung pada jenis sampel yang akan dianalisis. Beberapa logam seperti Pb dan cadmium dapat teruapkan selama proses pengabuan. Untuk itu dalam menentukan suhu pengabuan dengan sistem ini terlebih dahulu ditinjau jenis logam yang akan dianalisis. Bila oksida-oksida logam yang terbentuk bersifat kurang stabil, maka perlakuan ini tidak memberikan hasil yang baik. Untuk logam Fe, Cu, dan Zn oksidanya yang terbentuk adalah Fe_2O_3, FeO, CuO, dan ZnO. Semua oksida logam ini cukup stabil pada suhu pengabuan yang digunakan. Oksida-oksida ini kemudian dilarutkan ke dalam pelarut asam encer baik tunggal maupun campuran, setelah itu dianalisis menurut metode yang digunakan. Contoh yang telah didestruksi, baik destruksi basah maupun kering dianalisis kandungan logamnya. Metode yang digunakaan untuk penentuan logam-logam tersebut yaitu metode Spektrofotometer Serapan Atom (FAAS) (Raimon, 1993). Metode ini digunakan secara luas untuk penentuan kadar unsur logam dalam jumlah kecil atau *trace level* (Kealey, D. dan Haines, P.J. 2002).

Menurut Raimon (1993) ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam hal menggunakan metode destruksi terhadap sampel, apakah dengan destruksi basah ataukah kering, antara lain:

a. Sifat matriks dan konstituen yang terkandung di dalamnya.

b. Jenis logam yang akan dianalisis.

c. Metode yang akan digunakan untuk penentuan kadarnya.

Selain hal-hal di atas, untuk memilih prosedur yang tepat perlu diperhatikan beberapa faktor antara lain: waktu yang diperlukan untuk analisis, biaya yang diperlukan, ketersediaan bahan kimia, dan sensitivitas metode yang digunakan. Menurut Sumardi (1981: 507), metode destruksi basah lebih baik daripada cara kering karena tidak banyak bahan yang hilang dengan suhu pengabuan yang sangat tinggi. Hal ini merupakan salah satu faktor mengapa cara basah lebih sering digunakan oleh para peneliti. Di samping itu destruksi dengan cara basah biasanya dilakukan untuk memperbaiki cara kering yang biasanya memerlukan waktu yang lama. Sifat dan karakteristik asam pendestruksi yang sering digunakan antara lain:

1) Asam sulfat pekat sering ditambahkan ke dalam sampel untuk mempercepat terjadinya oksidasi. Asam sulfat pekat merupakan bahan pengoksidasi yang kuat. Meskipun demikian waktu yang diperlukan untuk mendestruksi masih cukup lama.
2) Campuran asam sulfat pekat dengan kalium sulfat pekat dapat dipergunakan untuk mempercepat dekomposisi sampel. Kalium sulfat pekat akan menaikkan titik didih asam sulfat pekat sehingga dapat mempertinggi suhu destruksi sehingga proses destruksi lebih cepat.
3) Campuran asam sulfat pekat dan asam nitrat pekat banyak digunakan untuk mempercepat proses destruksi. Kedua asam ini merupakan oksidator yang kuat. Dengan penambahan oksidator ini akan menurunkan suhu destruksi sampel yaitu pada suhu 350 ^{0}C, dengan demikian komponen yang dapat menguap atau terdekomposisi pada suhu tinggi dapat dipertahankan dalam abu yang berarti penentuan kadar abu lebih baik.
4) Asam perklorat pekat dapat digunakan untuk bahan yang sulit mengalami oksidasi, karena perklorat pekat merupakan oksidator yang sangat kuat. Kelemahan dari perklorat pekat adalah sifat mudah meledak *(explosive)* sehingga cukup berbahaya, dalam penggunaan harus sangat hati-hati.

5) Aqua regia yaitu campuran asam klorida pekat dan asam nitrat pekat dengan perbandingan volume 3:1 mampu melarutkan logam-logam mulia seperti emas dan platina yang tidak larut dalam HCl pekat dan HNO_3 pekat. Reaksi yang terjadi jika 3 volume HCl pekat dicampur dengan 1 volume HNO_3 pekat:

$$3\ HCl(aq) + HNO_3(aq) \longrightarrow Cl_2(g) + NOCl(g) + 2H_2O(l)$$

Gas klor (Cl_2) dan gas nitrosil klorida (NOCl) inilah yang mengubah logam menjadi senyawa logam klorida dan selanjutnya diubah menjadi kompleks anion yang stabil yang selanjutnya bereaksi lebih lanjut dengan Cl^-.

Prinsip destruksi adalah perlakuan pendahuluan terhadap sampel sebelum dianalisa zatnya (perlakuan pendahuluan tersebut adalah pengabuan). Pada destruksi kering suhu pengabuan harus diperhatikan karena banyak elemen abu yang dapat menguap pada suhutinggi, selain itu suhu pengabuan juga dapat menyebabkandekomposisi senyawa tertentu. Oleh karena itu suhu pengabuan untuk setiap bahan berbeda-beda bergantung komponen yang ada dalam bahan tersebut. (Anderson dalam Muhaimin, 2013). Tujuan destruksi kering dalah mengukur nilai kandungan logam atau mineral yang terdapat dalam sampel dengan perlakuan pendahuluan terhadap sampel (dengan pengabuan). Berikut contoh pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi kering (suhu tinggi) yang dilakukan didalam laboratorium.

Alat-alat yang digunakan dalam metode destruksi kering tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Muffle Furnace*

Muffle Fumace berguna untuk melakukan analisis gravimetri, berbagai uji pengapian dan penentuan padatan tersuspensi dan volatile. Mereka membantu dalam banyak proses seperti membakar bahan organik dan anorganik, ekstraksi seng, logam pengerasan, melakukan pekerjaan enamel, pengujian semen, pengujian material, mempersiapkan timbal merah, pengeringan, dan pemurnian logam seperti perak dan emas.



Gambar 2. Muffle Furnace

2. Crucible Porcelain

Fungsi dari Crucible Porcelain adalah untuk mereaksikan zat dalam suhu tinggi, mengabukan kertas saring, menguraikan endapan dalam gravimetric sehingga menjadi bentuk stabil.



Gambar 3. Crucible Porcelain

3. Volumetrik Flask

Berupa labu dengan leher yang panjang dan bertutup terbuat dari kaca dan tidak boleh terkena panas karenadapat memuai. kegunaan nya merupakan alat ukur yang teliti untuk membuat larutan dengan konsentrasitertentu dan mengencerkan larutan dengan keakurasian yang tinggi.



Gambar 4. Volumetrik Flask

Langkah kerja :

1. Ditimbang beberapa gram (1-2 gram) sampel ke cawan porselen dan arangkan.
2. Diabukan pada suhu tertentu sesuai bahan hingga berwarna putih, kemudian dinginkan.
3. Ditambahkan HCl lalu panaskan ± 2ml, dinginkan.
4. Ditambahkan HCl lagi (kira kira 10ml) kemudian aduk.
5. Disaring, lalu masukkan ke labu takar dan ditambahkan air bebas ion.
6. Dibaca kandungan mineralnya dengan metode AAS (digunakan spektrofotometer).

Kelebihan dan kekurangan metode destruksi kering adalah sebagai berikut :

Kelebihan :

- lebih sederhana dan lebih aman.
- tidak adanya kesalahan relatif akibat kontaminasi karena hanya sedikit reagen yang digunakan.
- sampel dalam jumlah besar dapat dikerjakan dengan lebih mudah.
- dapat diaplikasikan pada berbagai jenis sampel.
- memberikan destruksi sempurna terhadap bahan organik yang merupakan prasyarat bagi beberapa teknik penetapan kadar, seperti ICP-OES.
- mensimplifikasi matriks sampel dan kondisi akhir larutan (jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau).

Kekurangan :

- hilangnya unsur-unsur karena retensi terhadap dinding wadah.
- tingginya temperatur merupakan ancaman terjadinya kehilangan unsur karena volatilisasi.
- memerlukan waktu yang cukup lama.
- kontaminasi cuplikan dari logam bahan wadah yang terkadang bersifat sebagai penyerap.
- penggunaan *muffle furnace* memakan banyak biaya karena harus dinyalakan terus menerus.
- penambahan bantuan pengabuan dapat meningkatkan kandungan garam anorganik secara signifikan yang merupakan suatu masalah dalam penetapan kadar unsur sekelumit dan berkontribusi pada kontaminasi.

u. Rangkuman

- Logam berat termasuk golongan logam dengan kriteria yang sama dengan logam lain, yaitu: memiliki kemampuan yang baik sebagai penghantar panas, memiliki kemampuan yang baik sebagai penghantar daya listrik, memiliki kekerapan tinggi, dapat membentuk alloy dengan logam lain, dan untuk logam yang padat dapat ditempa.
- Destruksi merupakan suatu perlakuan pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis.
- Pada dasarnya ada dua jenis destruksi yang dikenal dalam ilmu kimia yaitu destruksi basah (oksida basah) dan destruksi kering (oksida kering).
- Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam metode destruksi antara lain : sifat sampel dan unsur logam yang terkandung di dalam sampel, jenis logam yang akan dianalisis, dan metode instrumentasi yang digunakan untuk penentuan logam.

- Secara umum tujuan destruksi adalah untuk memperoleh unsur sampel dalam bentuk yang sesuai dengan metode yang digunakan, mengurangi gangguan dari unsur lain, dan membuat konsentrasi unsur yang terdapat dalam sampel berada dalam batas-batas yang diperlukan.
- Destruksi basah adalah perombakan logam organik dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi dengan menggunakan zat oksidator, sehingga dihasilkan logam anorganik bebas.
- Destruksi kering merupakan perombakan organik logam-logam di dalam sampel menjadi logam-logam anorganik bebas dengan jalan pengabuan sampel dalam *muffle furnace* dan memerlukan suhu pemanasan tertentu.
- Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam hal menggunakan metode destruksi terhadap sampel, apakah dengan destruksi basah ataukah kering, antara lain : sifat matriks dan konstituen yang terkandung di dalamnya, jenis logam yang akan dianalisis, dan metode yang akan digunakan untuk penentuan kadarnya.
- Prinsip destruksi adalah perlakuan pendahuluan terhadap sampel sebelum dianalisa zatnya (perlakuan pendahuluan tersebut adalah pengabuan).
- Alat-alat yang digunakan dalam metode destruksi kering tersebut adalah sebagai berikut : *Muffle Furnace, Crucible Porcelain, Volumetrik Flask*.

v. Tugas

- Buatlah karya ilmiah yang membahas tentang pemanfaatan pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi di percetakan.

w. Lembar Kerja Peserta Didik

17. Alat
    - Pulpen
    - Penggaris
18. Bahan
    - Kertas
19. Keselamatan Kerja
    - Teliti dan cermat dalam melakukan mempelajari pengetahuan mengenai pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi.
20. Langkah Kerja
    - Mencermati alat-alat yang digunakan dalam destruksi kering.
    - Mencermati fungsi masing-masing alat yang digunakan dalam destruksi kering.
    - Mencermati kelebihan dan kekurangan teknik destruksi kering.
    - Membuat laporan hasil analisis.
    - Mengecek kembali hasil analisis yang telah ditulis.
    - Melaporkan hasil analisis pada guru/ mentor.

BAB III
EVALUASI

U. Attitude Skills

No. (n)	Aspek Sikap /ranah Non-instruksional/ (Attitude)	Skor Perolehan							
		Believe (B) (Preferensi oleh Peserta didik ybs.)				**Evaluation (E)** (Oleh Guru/ mentor)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kedisiplinan								
2.	Kejujuran								
3.	Kerja sama								
4.	Mengakses dan mengorganisasi informasi								
5.	Tanggung jawab								
6.	Memecahkan masalah								

7.	Kemandirian								
8.	Ketekunan								

Nilai Attitude (NA) = $\frac{\sum \text{skor}}{8}$

Keterangan :

- Peserta didik dapat mengisi skor diri sendiri terlebih dahulu, kemudian diserahkan kepada guru/ mentor untuk diisi dan diolah nilai NA

V. Kognitif Skills

No.	Soal	Skor				
		0	1	2	3	4
1.	Apa yang diatur dalam PP No. 85, 1999.					
2.	Jelaskan kriteria dari logam berat.					
3.	Jelaskan pengertian dari destruksi.					
4.	Jelaskan faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam metode destruksi.					
5.	Jelaskan tujuan dari destruksi.					
6.	Jelaskan definisi destruksi basah dan destruksi kering.					
7.	Jelaskan proses kerja destruksi basah dan destruksi kering.					
8.	Jelaskan sifat dan karakteristik asam yang sering digunakan dalam proses destruksi.					
9.	Sebutkan alat-alat yang digunakan untuk melakukan destruksi basah dan destruksi kering.					
10.	Jelaskan langkah kerja dari destruksi kering.					
11.	Jelaskan kelebihan dan kekurangan dari destruksi kering.					

Nilai Kognitif (NA) = $\frac{\sum \text{skor}}{11}$

W. Psikomotorik skills

- Carilah informasi pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi dari internet, buku, majalah, jurnal, dll.
- Diskusikan metode pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi dan manfaat ekonomisnya.

Aspek Keterampilan yang dinilai

No.	Aspek Keterampilan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Keaktifan dalam diskusi				
2.	Kemampuan berkomunikasi				
3.	Penguasaan materi				
4.	Peran serta aktif dalam diskusi				
5.	Kemampuan membuat simpulan diskusi				
6.	Makalah				

X. Produk/ benda kerja sesuai kriteria standar

- Laporan hasil analisis dan diskusi.

Y. Batasan waktu yang telah ditetapkan

- 4 x 45 menit

BAB IV
PENUTUP

Setelah menyelesaikan bahan ajar ini, peserta didik diharapkan dapat memahami pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. Apabila peserta didik dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evalusi dalam bahan ajar ini, maka peserta didik dapat melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung dari pihak dunia industri atau asosiasi profesi yang berkompeten. Atau apabila peserta didik telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap bahan ajar, maka hasil yang berupa nilai dari instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi bagi pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat peserta didik berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau lembaga sertifikasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Heryando, Palar. 1994. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.

Kealey, D. dan Haines, P.J. 2002. *Analytical Chemistry*. London: BIOS ScientificPublishers Ltd.

Kristianingrum, Susila. Kajian *Berbagai Proses Destruksi Sampel Dan Efeknya*. Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY.

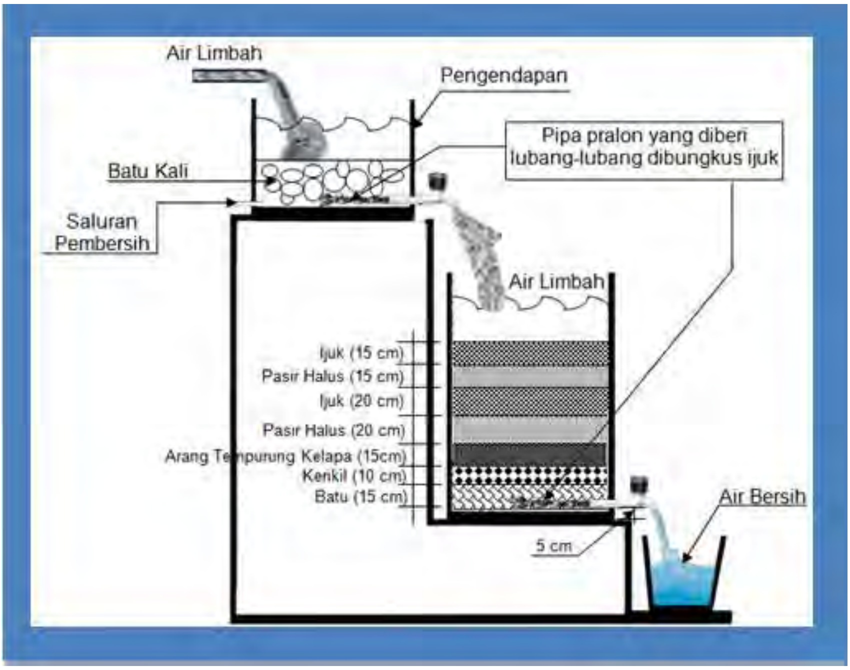
Raimon. 1993. *Perbandingan Metoda Destruksi Basah dan Kering Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Lokakarya Nasional.Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia. Yogyakarta.

Sumardi. 1981. *Metode Destruksi Contoh Secara Kering Dalam Analisa Unsur-Unsur Fe-Cu-Mn dan Zn Dalam Contoh-Contoh Biologis. Proseding Seminar Nasional Metode Analisis. Lembaga Kimia Nasional*. Jakarta: LIPI.

Waluyadi, Toto. 1999. *Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Kering untuk Penentuan Besi dan Seng dalam Daun Kangkung Secara FAAS*. Skripsi : Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro Semarang.

Muhaimin, Mukhamad. http://www.scribd.com/doc/142539900/Destruksi-Kering-pptx.htm (diakses tanggal 18 Desember 2013)

Melakukan Percobaan Pengolahan Limbah Cair



2013

Melakukan Percobaan Pengolahan Limbah Cair

Penyusun :
Antonius Bowo Wasono, S.IP, S.Pd, M.A

Editor Isi :
Endro Purnomo, S.Pd

Editor Bahasa :
Ir. Dwyacitta Prasasti

2013

Kata Pengantar

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyusun bahan ajar untuk Bidang Keahlian Grafika. Bahan ajar ini disusun sebagai sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2013, dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi dunia kerja. Bahan ajar ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja.

Namun demikian, karena dinamika perubahan dunia kerja begitu cepat terjadi, maka bahan ajar ini masih akan selalu diminta masukan untuk bahan perbaikan atau revisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Dalam kesempatan ini kami menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama kepada BMTI-P4TK Bandung atas pendampingan dalam penulisan bahan ajar ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas bahan ajar.

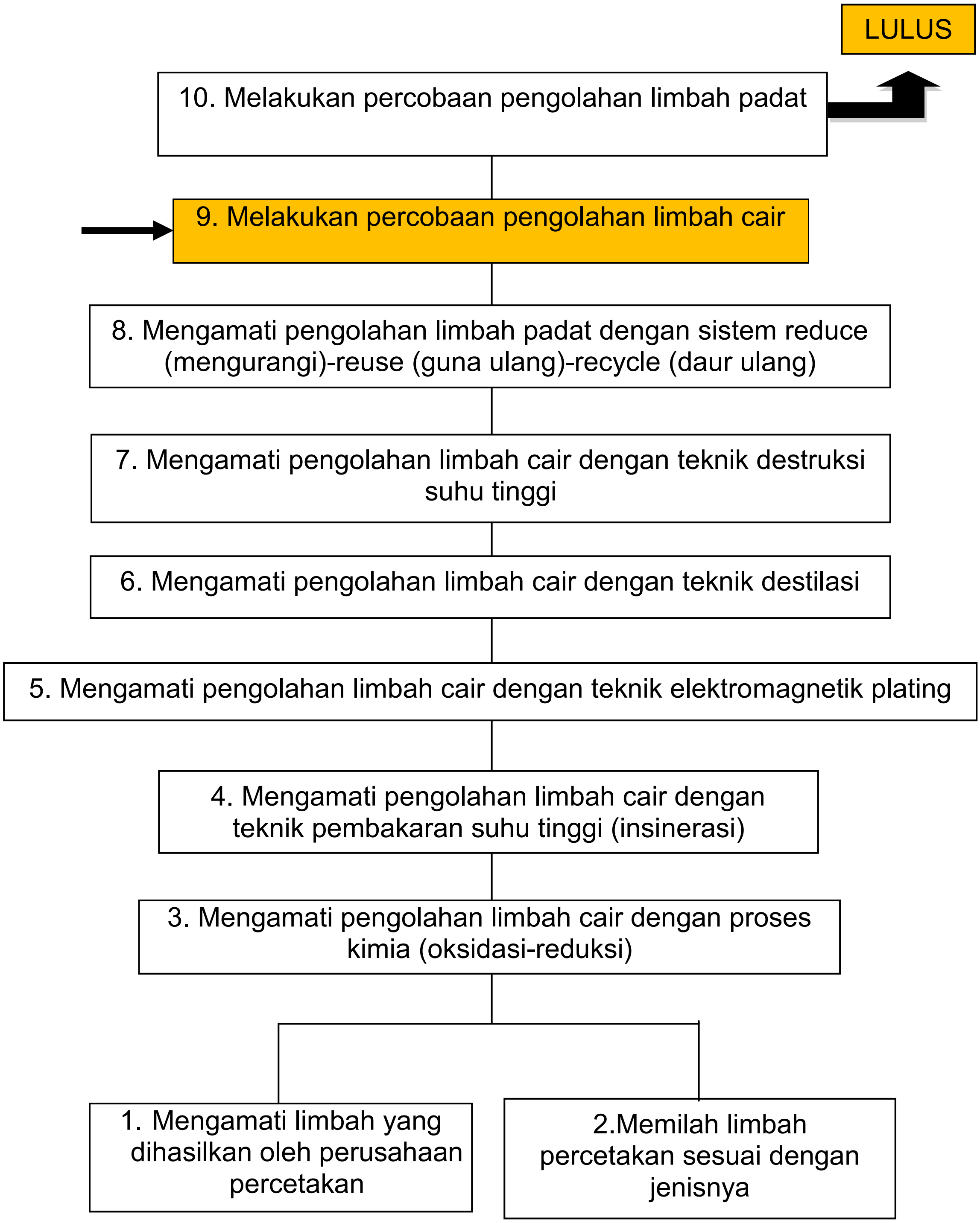
Dalam bahan ajar ini memuat tentang melakukan percobaan pengolahan limbah cair. Dengan mengetahui pengolahan limbah cair, peserta didik diharapkan mempunyai kepedulian pada lingkungan.

Demikian, semoga bahan ajar ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta didik SMK Bidang Keahlian Grafika, atau praktisi yang sedang mengembangkan bahan ajar SMK.

Penyusun

Daftar Isi

Peta Kedudukan Bahan Ajar
PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PERCETAKAN



Glosarium

Istilah	Keterangan
Senyawa karbon	Senyawa karbon adalah senyawa yang molekulnya mengandung atom-atom karbon dan atom-atom unsur lain seperti hidrogen, oksigen, nitrogen, belerang, dan halogen. Beberapa jenis reaksi yang dialami oleh senyawa karbon, yaitu : reaksi substitusi, reaksi adisi, dan reaksi eliminasi
Senyawa organik	Senyawa kimia yang molekulnya mengandung karbon, kecuali karbida, karbonat, dan oksida karbon.
Pathogen	Organisme yang mempunyai kemampuan menyebabkan penyakit dan biasanya pathogen dalam bentuk organism yang masih hidup. Organisme yang tergolong patogen adalah jamur, bakteri, virus, mikoplasma dan riketsia.
Suspensi	Suspensi adalah sediaan cair yang mengandung partikel padat tidak larut yang terdispersi dalam fase cair.
Proses elektrolisis	Merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia atau proses disosiasi suatu elektrolit dengan bantuan arus listrik.
Mikroorganisme	Jasad hidup kecil biasanya mikroskopik, misalnya bakteri, virus, cendawan, dll.
DO	Dissolved Oxygen (kadar oksigen yang terlarut dalam air)
Elektrolit	Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik.
Aerob	Bakteri yang hidupnya butuh oksigen.
Anaerob	Bakteri yang dapat berkembang tanpa oksigen.

BAB I
PENDAHULUAN

EE. Deskripsi

Dalam bahan ajar ini peserta didik akan mempelajari tentang melakukan percobaan pengolahan limbah cair. Apabila peserta didik telah mempelajari dan menguasai bahan ajar ini, maka peserta didik diharapkan mampu melakukan percobaan pengolahan limbah cair secara sederhana.

FF.Prasyarat

Peserta didik sebelum mempelajari bahan ajar ini sebaiknya melakukan pengamatan pengolahan limbah pada perusahaan yang melakukan pengolahan limbah. Hal ini dimaksud agar peserta didik lebih mudah memahami materi yang dipelajari pada bahan ajar ini.

Disamping itu peserta didik dalam mempelajari bahan ajar ini harus menyimak dengan tekun dan teliti, agar materi dapat terserap dengan baik.

GG. Petunjuk Penggunaan

36. Pelajari daftar isi serta peta kedudukan bahan ajar dengan cermat dan teliti. Karena dalam peta kedudukan bahan ajar akan nampak kedudukan bahan ajar yang sedang peserta didik pelajari dengan bahan ajar yang lain.
37. Kerjakan soal-soal dalam cek kemampuan untuk mengukur sampai sejauh mana pengetahuan yang telah peserta didik miliki.
38. Apabila dari soal dalam cek kemampuan telah peserta didik kerjakan dan 70 % terjawab dengan benar, maka peserta didik dapat langsung menuju Evaluasi untuk mengerjakan soal-soal tersebut. Tetapi apabila hasil jawaban peserta didik tidak mencapai 70 % benar, maka peserta didik harus mengikuti kegiatan pemelajaran dalam bahan ajar ini.
39. Perhatikan urutan materi dengan benar untuk mempermudah dalam memahami isi yang dimaksud.
40. Kerjakan soal-soal evaluasi sebagai sarana latihan.
41. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada guru/instruktur.

42. Catatlah kesulitan yang peserta didik dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada guru pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi bahan ajar agar peserta didik mendapatkan tambahan pengetahuan.

HH. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari bahan ajar ini diharapkan peserta didik dapat:

54. Menjelaskan macam-macam pencemaran berdasarkan tingkat pencemarannya.
55. Menjelaskan macam-macam pencemaran lingkungan.
56. Menjelaskan macam-macam pencemaran air.
57. Menjelaskan pengertian limbah cair industri.
58. Menjelaskan karakteristiknya air limbah industri.
59. Menjelaskan pengolahan limbah B-3 cara fisika, kimia, biologi, dan thermal.
60. Menjelaskan reaksi yang menghasilkan gas klorin
61. Menjelaskan berbagai macam cara sederhana mengolah limbah cair menjadi air bersih.
62. Melakukan percobaan pengolahan limbah cair.

II. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
21. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.11 Menyadari dan menghayati kesempurnaan ciptaan Tuhan alam dan segala isinya dengan mengolah limbah percetakan menjadi sesuatu yang berguna bagi sesama dan lingkungan. 1.12 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dengan menjaga kelestarian dan menghindari kerusakan lingkungan sebagai akibat dari limbah industri grafika.
22. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.16 Menjalankan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam melakukan pengolahan limbah cair dan padat. 2.17 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah pengolahan limbah cair dan padat. 2.18 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan efek limbah dari percetakan, baik cair maupun padat.
23. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan procedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.51 Mengidentifikasi limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 3.52 Menggolongkan jenis limbah percetakan. 3.53 Mengenali pengolahan limbah cair dengan proses kimia (*oksidasi-reduksi*). 3.54 Mengenali pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 3.55 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 3.56 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 3.57 Mengenali pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 3.58 Mengenali pengolahan limbah padat dengan sistem *Reduce* (mengurangi), *Reuse* (guna ulang), dan *Recycle* (daur ulang). 3.59 Menjelaskan pengolahan limbah cair. 3.60 Menjelaskan pengolahan limbah padat.
24. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Mengamati limbah yang dihasilkan oleh perusahaan percetakan. 4.2 Memilah limbah percetakan sesuai dengan jenisnya. 4.3 Mengamati pengolahan limbah cair dengan proses kimia (oksidasi-reduksi). 4.4 Mengamati pengolahan limbah padat dengan teknik pembakaran suhu tinggi (insinerasi). 4.5 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik elektromagnetik plating. 4.6 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destilasi. 4.7 Mengamati pengolahan limbah cair dengan teknik destruksi suhu tinggi. 4.8 Mengamati pengolahan limbah padat dengan sistem reduce (mengurangi), reuse (guna ulang), dan recycle (daur ulang). 4.9 Melakukan percobaan pengolahan limbah cair. 4.10 Melakukan percobaan pengolahan limbah padat.

JJ. Cek Kemampuan Awal

No.	Pertanyaan	Benar	Salah
1.	Jelaskan macam-macam pencemaran berdasarkan tingkat pencemarannya.		
2.	Jelaskan macam-macam pencemaran lingkungan.		
3.	Jelaskan macam-macam pencemaran air.		
4.	Jelaskan pengertian limbah cair industri.		
5.	Jelaskan karakteristiknya air limbah industri.		

BAB II
PEMBELAJARAN

K. Deskripsi

Bahan ajar ini mempelajari tentang percobaan pengolahan limbah cair. Mempelajari materi ini akan memudahkan peserta didik memahami cara pengolahan limbah serta belajar materi bahan ajar berikutnya, yaitu melakukan percobaan pengolahan limbah padat.

Dengan menguasai bahan ajar ini, peserta didik diharapkan mampu melakukan percobaan pengolahan limbah cair.

L. Kegiatan Belajar

x. Tujuan Pembelajaran

54. Menjelaskan macam-macam pencemaran berdasarkan tingkat pencemarannya.
55. Menjelaskan macam-macam pencemaran lingkungan.
56. Menjelaskan macam-macam pencemaran air.
57. Menjelaskan pengertian limbah cair industri.
58. Menjelaskan karakteristiknya air limbah industri.
59. Menjelaskan pengolahan limbah B-3 cara fisika, kimia, biologi, dan thermal.
60. Menjelaskan reaksi yang menghasilkan gas klorin
61. Menjelaskan berbagai macam cara sederhana mengolah limbah cair menjadi air bersih.

y. Uraian Materi

1. Pengolahan Limbah Cair

Pembahasan tentang limbah tentunya terkait erat dengan pencemaran lingkungan. Terjadinya pencemaran karena adanya polutan. Polutan adalah zat atau bahan yang dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran. Syarat-sayarat suatu zat atau bahan disebut polutan yaitu jika keberadaannya dapat menyebabkan kerugian terhadap makhluk hidup. Misalnya, karbondioksida dengan kadar 0,033% di udara bermanfaat bagi makhluk hidup, tetapi bila lebih tinggi dari 0,033% dapat merusak, misalnya terjadinya pemanasan global sehingga dapat mencairkan es di kutub.

Berdasarkan tingkat pencemarannya, pencemaran dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu pencemaran ringan, pencemaran kronis, dan pencemaran akut..

1. Pencemaran ringan adalah pencemaran yang dimulai dengan timbulnya gangguan pada ekosistem lain. Misal pencemaran gas yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.
2. Pencemaran kronis adalah pencemaran yang mengakibatkan terjadinya penyakit kronis. Penyakit kronis yaitu penyakit yang akibatnya tidak langsung terasa pada hari itu juga, tetapi akan muncul setelah waktu yang lama. Hal ini terjadi karena secara terus menerus tubuh terpapar pada polutan dalam konsentrasi kecil tetapi terakumulasi di dalam tubuh. Contohnya pencemaran yang muncul pada industri percetakan yaitu penyakit kulit **dermatitis okupasional.** *Health and Safety Exekutive* (HSE) menyatakan bahwa antara tahun 2001 sampai 2002 terdapat sekitar 39.000 orang di Inggris terkena penyakit kulit yang disebabkan oleh pekerjaan atau sekitar 80% dari seluruh penyakit akibat kerja (*Health and Safety Executive*, 2006). Gejala akut yang dapat muncul antara lain kulit terasa pedih, panas, terasa terbakar, dan kelainan yang terlihat berupa eritema (kemerahan), edema (bengkak), bula (lepuh), mungkin juga nekrosis (kematian jaringan). Sedangkan gejala kronik berupa kulit kering, eritema (kemerahan), skuama (mengelupas), lambat laun kulit tebal dan likenifikasi. Sedangkan penderita alergi umumnya mengeluh gatal (Sularsito dan Djuanda, 2007).
3. Pencemaran akut adalah pencemaran yang akibatnya dapat mematikan seketika setelah makhluk hidup terpapar oleh polutan tersebut. Contohnya pencemaran gas CO (karbon monoksida) dari knalpot yang mematikan orang di dalam mobil tertutup, dan pencemaran radioaktif.

Pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi 4 (empat) jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Pencemaran udara
2. Pencemaran air
3. Pencemaran tanah

4. Pencemaran suara

Pada pokok bahasan ini, yang dibahas adalah pencemaran air. Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Banyak air tawar yang tercemar berat oleh sisa-sisa pembuangan kotoran dan cairan pembuangan limbah rumah tangga dan limbah industri ke dalam sungai (Michael dalam Nurhayati, 1990). Menurut Solihin dan Darsati dalam Nurhayati, pencemaran air dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) golongan, yaitu :

1. Pencemaran kimia berupa senyawa karbon dan senyawa organik.
2. Pencemaran fisika yang dapat berupa materi terapung dan materi tersuspensi.
3. Pencemaran biologi yang dapat berupa mikroba pathogen, lumut, dan tumbuh-tumbuhan air.

Limbah cair industri adalah buangan hasil proses/ sisa dari suatu kegiatan/ usaha industri yang berwujud cair dimana kehadirannya pada suatu saat dan tempat tidak dikehendaki lingkungannya karena tidak mempunyai nilai ekonomis sehingga cenderung untuk dibuang. Berdasarkan karakteristiknya air limbah industri secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok :

1. Air limbah industri yang mengandung konsentrasi zat organik yang relatif tinggi, misalnya industri makanan, industri kimia, industri obat-obatan, dll.
2. Air limbah industri yang mengandung konsentrasi zat organik relatif rendah, misalnya industri pengemasan makanan, industri pemintalan, industri laundry, dll.
3. Air limbah industri yang mengandung zat organik berbahaya beracun, misalnya industri penyemakan kulit, industri kimia insektisida herbisida, industri percetakan, dll.
4. Air limbah industri yang mengandung zat anorganik umum, misalnya industri pupuk anorganik, pencucian pada industri logam, industri keramik, dll.
5. Air limbah industri yang mengandung zat anorganik berbahaya beracun, misalnya industri pelapisan logam, industri baterai, dll.

Dalam proses produksi, industri percetakan menghasilkan limbah cair yang berkategori B-3 (bahan berbahaya dan beracun). Limbah tersebut sebagian besar adalah oli, tinta, dan bahan-bahan kimia lainnya. Dikatakan B-3 karena limbah tersebut mengandung logam berat terutama Pb dan Cr (PP No. 85, 1999).

Berdasarkan PP No 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (B3), logam berat Pb dan Cr termasuk dalam daftar limbah dari bahan kimia kadarluarsa, tumpahan, sisa kemasan atau buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi. Pengolahan limbah B-3 dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia, biologi, dan thermal.

Pengolahan air limbah yang dilakukan melalui mekanisme fisika disebut sebagi unit operasi fisika, merupakan pengolahan awal (*primary treatment*) air limbah sebelum dilakukan pengolahan lanjutan, pengolahan secara fisik bertujuan untuk menyisihkan padatan-padatan berukuran besar seperti plastik, kertas, kayu, pasir, koral, minyak, oli, lemak, dan sebagainya. Pengolahan air limbah secara fisika dimaksudkan untuk melindungi peralatan-peralatan seperti pompa, perpipaan dan proses pengolahan selanjutnya.

Pengolahan limbah secara kimia adalah pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (*koloid*), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun; dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi. Pengendapan bahan tersuspensi yang tak mudah larut dilakukan dengan membubuhkan elektrolit yang mempunyai muatan yang berlawanan dengan muatan koloidnya agar terjadi netralisasi muatan koloid tersebut, sehingga akhirnya dapat diendapkan. Penyisihan logam berat dan senyawa fosfor dilakukan dengan membubuhkan larutan alkali (air kapur misalnya) sehingga terbentuk endapan hidroksida logam-logam tersebut atau endapan hidroksiapatit. Endapan logam tersebut akan lebih stabil jika pH air > 10,5 dan untuk hidroksiapatit pada pH > 9,5. Khusus untuk krom heksavalen, sebelum diendapkan sebagai krom hidroksida [Cr(OH)3], terlebih dahulu direduksi menjadi krom trivalent dengan membubuhkan reduktor (FeSO4, SO2, atau Na2S2O5). Penyisihan bahan-bahan organik beracun seperti fenol dan sianida pada konsentrasi rendah dapat dilakukan dengan mengoksidasinya dengan klor (Cl2), kalsium permanganat, aerasi, ozon hidrogen peroksida. Pada dasarnya kita dapat memperoleh efisiensi tinggi dengan pengolahan secara kimia, akan tetapi biaya pengolahan menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia.

Pengolahan limbah secara biologi adalah salah satu cara pengolahan yang diarahkan untuk menurunkan atau menyisihkan substrat tertentu yang terkandung dalam air buangan dengan memafaatkan aktivitas mikroorganisme untuk melakukan perombakan substrat tersebut. Proses pengolahan air buangan secara biologis dapat berlangsung dalam tiga lingkungan utama, yaitu :

- Lingkungan aerob, yaitu lingkungan dimana oksigen terlarut (DO) didalam air cukup banyak, sehingga oksigen bukan merupakan faktor pembatas;

- Lingkungan anoksik, yaitu lingkungan dimana oksigen terlarut (DO) didalam air ada dalam konsentrasi yang rendah.
- Lingkungan anaerob, merupakan kebalikan dari lingkungan aerob, yaitu tidak terdapat oksigen terlarut, sehingga oksigen menjadi faktor pembatas berlangsungnya proses metabolisme aerob.

Semua air limbah yang mengandung bahan organik dapat diolah secara biologi (*biodegradable*). Sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologi banyak diterapkan karena merupakan pengolahan yang murah, efisien dan lebih ramah lingkungan.

Pengolahan Limbah B3 secara Thermal (Incinerator). Prinsipnya adalah pemusnahan limbah dengan cara pemberian panas pada suhu tinggi (*self destructions*).

Faktor yang menjadi pertimbangan dalam pengolahan limbah B-3 sebuah industri percetakan adalah diperlukan suatu cara alternatif pengolahan yang efektif dan efisien serta menguntungkan dalam biaya bagi industri percetakan tersebut dan bagi kelestarian lingkungan. Pengelolaan limbah B3 adalah rangkaian kegiatan yang mencakup penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan limbah B3. Pengolahan limbah B3 secara fisika dan kimia dimaksudkan untuk mengurangi daya racun limbah B3 dan atau menghilangkan sifat/ karakteristik limbah B3 dari berbahaya menjadi tidak berbahaya.

Limbah cair industri percetakan harus ditampung dengan menggunakan alat penampungan khusus dan terhindar dari kotoran lainnya, sebab adanya bahan pengotor lain dapat mengganggu dalam proses elektrolisis sehingga dapat meningkatkan biaya pengolahannya. Alat penampungan limbah cair harus dibuat dari bahan yang tahan terhadap karat dan tertutup rapat, bersih dan diberi label **Limbah Beracun** serta dipasang label yang menunjukkan bahwa isi dalam kemasan merupakan bahan yang beracun. Bahan kemasan dapat terbuat dari jerigen plastik yang kuat, sementara label dapat terbuat dari kertas yang disablon sehingga warnanya tidak luntur atau di cat langsung ke kemasan. Jauhkan kemasan dari jangkauan anak-anak dan binatang peliharaan serta nyala api.

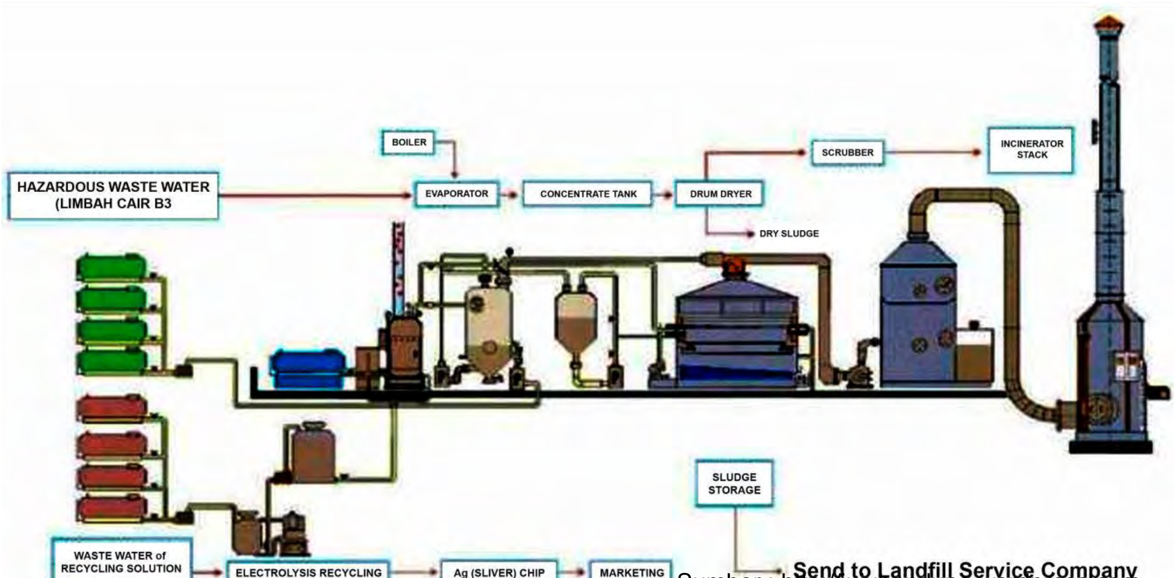


Gambar 1. Skema Percobaan Pengolahan Limbah Cair

Dapat dilihat gambar 1 terdapat tangki aerasi. Aerasi adalah suatu bentuk perpindahan gas atau suplay oksigen yang ditransfer ke dalam air limbah dan dipergunakan dalam berbagai bentuk variasi operasi meliputi :

a. Tambahan oksigen untuk mengoksidasi besi dan mangan terlarut.
b. Pembuangan karbondioksida.
c. Pembuangan hydrogen sulfide untuk menghapuskan bau dan rasa.
d. Pembuangan minyak yang mudah menguap dan bahan-bahan penyebab bau dan rasa serupa yang dikeluarkan oleh ganggang serta mikroorganisme serupa.

Dapat dilihat gambar 1 terdapat tangki klorin. Klorin adalah unsur halogen yg dipisahkan menjadi gas yg bersifat racun dan berbau menyesakkan, dipakai sebagai zat pemutih dan pembunuh kuman dl air, unsur dng nomor atom 17, berlambang Cl, dan bobot atom 35, 453. Pada umumnya klorin di temukan dalam bentuk garam halida dan ion klorida. Klorin (Cl_2) sering disebut kaporit. Kaporit adalah bahasa awam dari Kalsium hipoklorit yaitu senyawa klorin (Cl_2) yang banyak digunakan sebagai pemutih dan desinfektan. Klorin adalah bahan kimia yang penting untuk beberapa proses pemurnian air, dan pelunturan. Ozon bisa juga digunakan untuk membunuh bakteri, dan lebih disukai untuk bahan minuman karena ozon tidak membentuk senyawa organoklorin dan tidak tertinggal dalam air setelah perawatan.



Sumber : http://jujubandung.wordpress.com

Gambar 2. Diagram alir Teknik Pengolahan Limbah B3

2. Desain Pengolahan Limbah Cair

Ada berbagai macam cara sederhana yang dapat digunakan mengolah limbah cair menjadi air bersih (Kumalasari dan Satoto, 2011 : 67-79), antara lain :

1. Membuat penjernih air dengan saringan kain katun

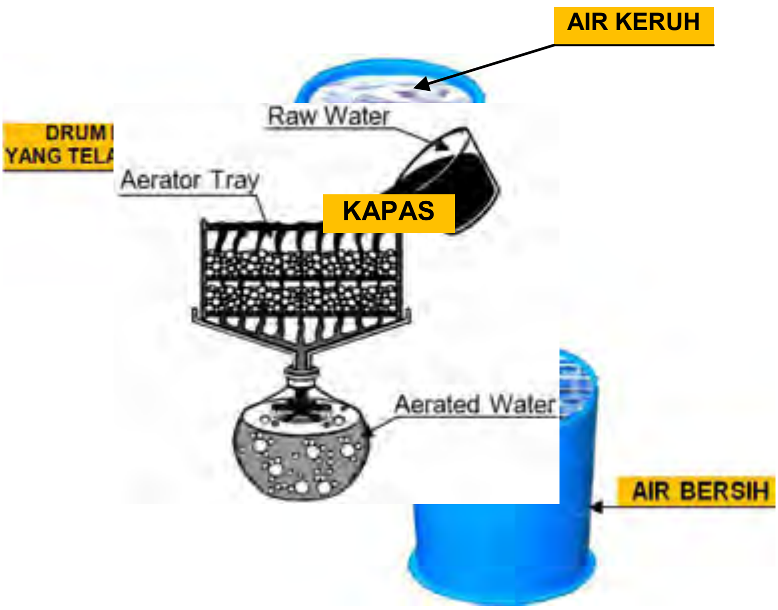
   Pembuatan saringan air dengan menggunakan kain katun merupakan teknik penyaringan yang paling sederhana atau mudah. Air keruh disaring dengan menggunakan kain katun yang bersih. Cara kerjanya adalah pasang kain katun pada suatu bahan, misalnya kawat, agar tegang kemudian letakkan diatas wadah lalu tuangkan air keruh ke atas kain katun. Saringan jenis ini tidak dapat menyaring bakteri dan kuman yang terdapat dalam air.



Gambar 3. Penyaringan Air dengan Kain Katun

2. Membuat penjernih air dengan saringan kapas

   Teknik saringan air ini dapat memberikan hasil yang lebih baik dari saringan kain katun. Caranya letakkan kapas pada dasar wadah yang telah diberi kran (terbuka), kemudian tuangkan air keruh.
   Saringan kapas tidak dapat menyaring bakteri dan kuman yang terdapat dalam air.



Gambar 4. Penyaringan Air dengan Saringan Kapas

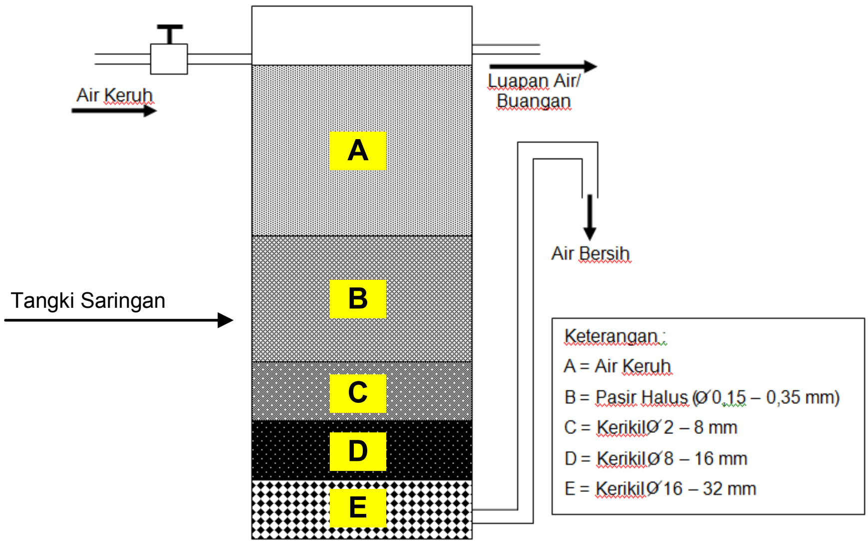
3. Aerasi

   Aerasi merupakan proses penjernihan dengan cara mengisikan oksigen ke dalam air, sehingga zat-zat seperti karbondioksida serta hydrogen sulfide dan mentana yang mempengaruhi rasa dan bau dari air, dapat dikurangi atau dihilangkan. Selain itu, partikel mineral yang terlarut dalam air seperti besi dan mangan akan teroksidasi dan secara cepat akan membentuk lapisan endapan yang nantinya dapat dihilangkan melalui proses sedimentasi atau filtrasi.

Sumber : www.aimyaya.com

Gambar 5. Skema Penyaringan dengan Cara Aerasi

4. Membuat saringan pasir lambat (SPL)



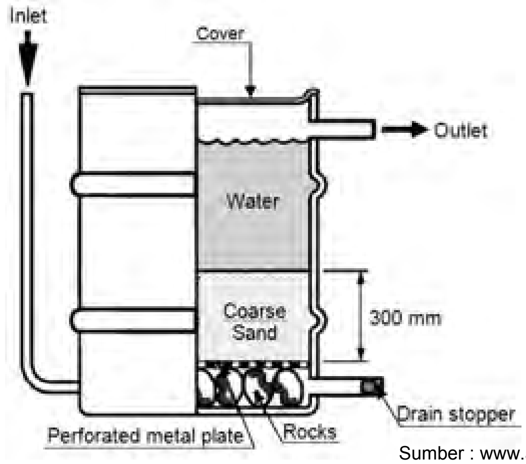
Gambar 6. Penyaringan dengan Cara Saringan Pasir Lambat

Saringan pasir lambat merupakan saringan air yang dibuat dengan menggunakan lapisan pasir pada bagian atas dan kerikil pada bagian bawah (lihat gambar 6). Air bersih didapatkan dengan jalan menyaring air baku melewati lapisan pasir terlebih dulu, yang kemudian melewati lapisan kerikil. Kerikil yang digunakan terdiri dari tiga tingkatan, yaitu pada lapisan bawah diameter kerikil antara 16 – 32 mm. Pada lapisan kedua diameter kerikil berkisar antara 8 – 16 mm dan pada lapisan ketiga diameter kerikil berkisar antara 2 – 8 mm. Penyusunan lapisan kerikil harus dari diameter yang paling besar ke diameter yang paling kecil. Partikel-partikel yang ada dalam sumber air yang keruh secara fisik akan tertahan oleh lapisan pasir pada SPL. Disisi lain, bakteri-bakteri dari genus pseudomonas dan trichoderma akan tumbuh dan berkembang biak. Pada saat proses filtrasi dengan debit air lambat (100 – 200 liter/ jam/ m^2 luas permukaan saringan), bakteri pathogen yang tertahan oleh saringan akan dimusnahkan oleh bakteri-bakteri pseudomonas. Untuk disinfeksi kuman yang terkandung dalam air dapat menggunakan berbagai cara seperti khlorinasi, brominasi, ozonisasi, penyinaran ultraviolet ataupun menggunakan aktif karbon.

5. Membuat saringan pasir cepat (SPC)

Saringan pasir cepat seperti halnya saringan pasir lambat, terdiri atas lapisan pasir pada bagian atas dan kerikil pada bagian bawah. Tetapi arah penyaringan air terbalik bila dibandingkan dengan saringan pasir lambat, yaitu dari bawah ke atas. Kelemahan saringan ini adalah kurang efektif untuk mengatasi baud an rasa yang ada pada air yang disaring. Selain itu karena debit air yang cepat, lapisan bakteri yang berguna untuk

menghilangkan pathogen tidak akan terbentuk sebaik apa yang terjadi di saringan pasir lambat. Sehingga membutuhkan proses disinfeksi kuman yang lebih intensif.



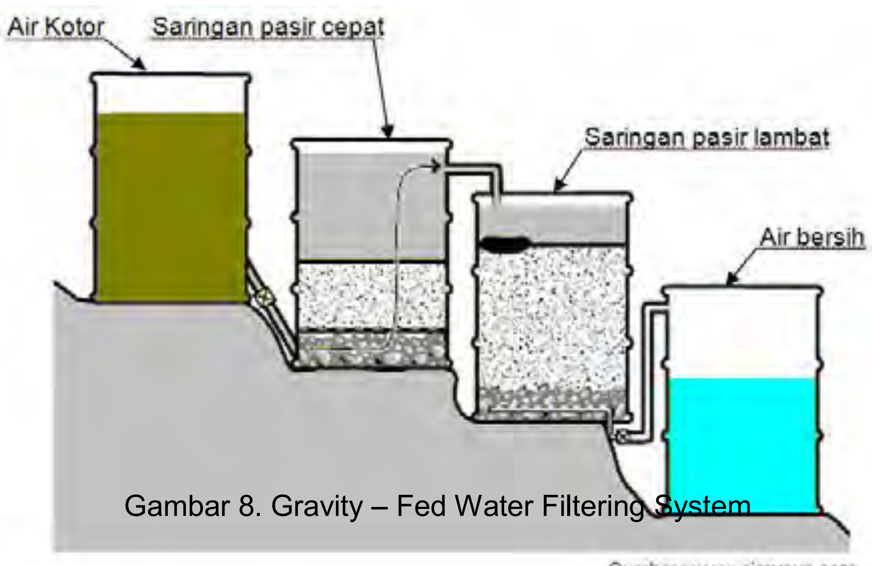
Sumber : www.aimyaya.com

Gambar 7. Skema Penyaringan Pasir Cepat

6. Cara gabungan SPL dan SPC, yaitu Gravity-Fed Water Filtering System

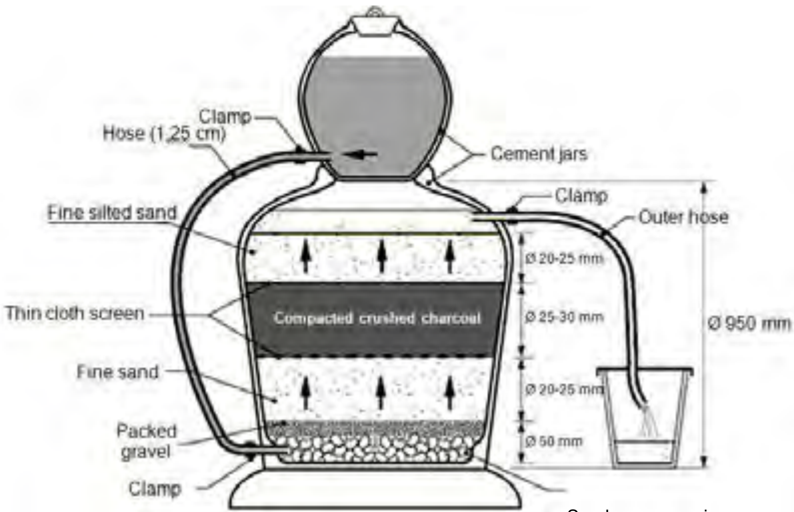
Gravity-Fed Water Filtering System merupakan gabungan dari saringan pasir cepat dan saringan pasir lambat. Air bersih dihasilkan melalui 2 (dua) tahap. Pertama-tama air disaring menggunakan saringan pasir cepat. Air hasil penyaringan tersebut kemudian disaring kembali menggunakan saringan pasir lambat. Dengan adanya dua kali penyaringan kualitas air bersih yang dihasilkan lebih baik.

7. Membuat saringan arang



Gambar 8. Gravity – Fed Water Filtering System

Saringan arang dapat dikatakan sebagai saringan pasir arang dengan tambahan satu buah lapisan arang. Lapisan arang ini sangat efektif dalam menghilangkan bau dan rasa yang ada pada air baku karena sifat arang dapat menyerap bakteri dan logam berat. Arang yang digunakan dapat berupa arang kayu atau arang batok kelapa. Untuk hasil yang lebih baik dapat digunakan arang aktif.

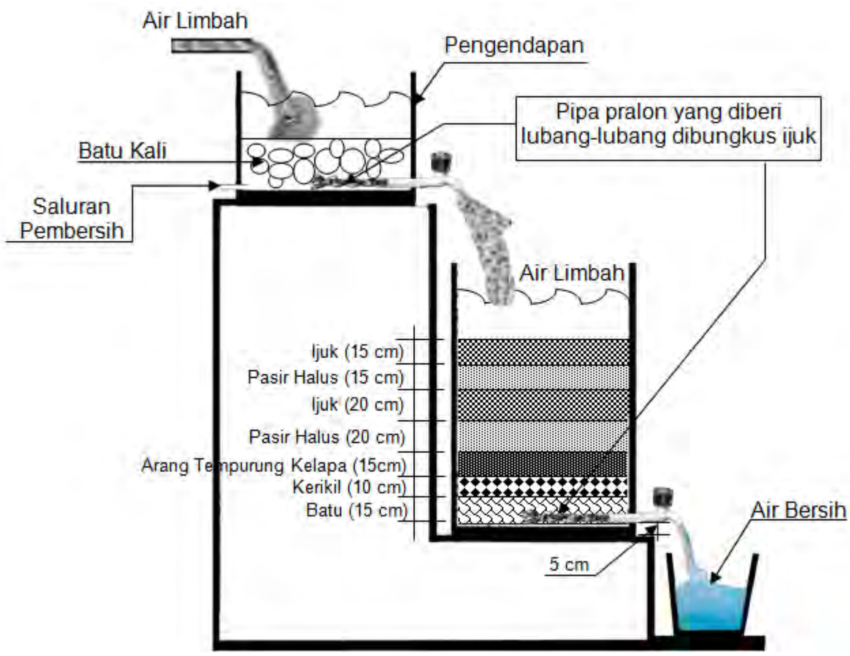


Sumber : www.aimyaya.com

Gambar 9. Skema Saringan Arang

8. Membuat saringan air sederhana atau tradisional

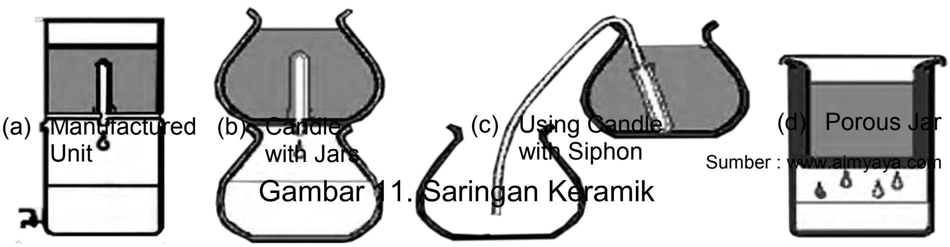
   Saringan air sederhana atau tradisional merupakan modifikasi dari saringan pasir arang dan saringan pasir lambat. Pada saringan tradisional ini selain menggunakan pasir, kerikil, batu, dan arang juga ditambah satu buah lapisan ijuk yang berasal dari sabut kelapa. Ijuk disini bersifat menyaring kotoran pada air berukuran besar, sedangkan arang seperti terlihat pada gambar 10. Bersifat menyerap kotoran air yang ukurannya kecil dan mengurangi/ menghilangkan bau.



Gambar 10. Skema Saringan Tradisional

9. Membuat saringan keramik

   Air bersih didapatkan dengan jalan penyaringan melalui elemen filter keramik. Beberapa filter keramik menggunakan campuran perak yang berfungsi sebagai disinfektan dan membunuh bakteri. Cara seperti ini banyak digunakan di India, Pakistan, dan Bangladesh. Ketika proses penyaringan, kotoran yang ada dalam air baku akan tertahan dan lama kelamaan akan menumpuk dan menyumbat permukaan filter sehingga untuk mencegah penyumbatan yang terlalu sering, maka air baku yang dimasukkan jangan terlalu keruh atau kotor.

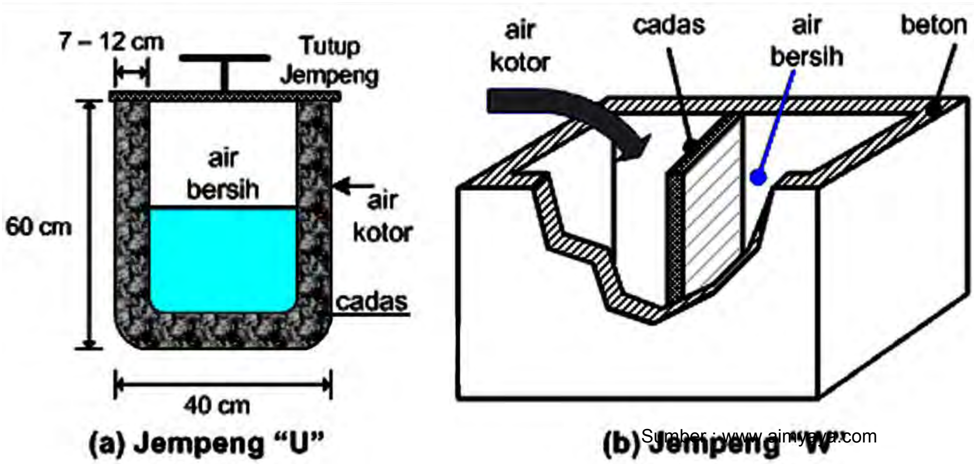


Gambar 11. Saringan Keramik

10. Membuat cadas atau jempeng (lumpang batu)

    Saringan cadas atau jempeng ini mirip dengan saringan keramik. Air disaring dengan menggunakan pori-pori dari batu cadas. Saringan ini umum

digunakan oleh masyarakat desa Kerobokan – Bali dan digunakan untuk menyaring air yang berasal dari sumur gali ataupun dari saluran irigasi sawah. Seperti halnya saringan keramik, kecepatan air hasil saringan dari jempeng relative rendah bila dibandingkan dengan SPL terlebih SPC.



Sumber : www.aimyaya.com

Gambar 12. Skema Saringan Jempeng

- Berdasarkan tingkat pencemarannya, pencemaran dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu pencemaran ringan, pencemaran kronis, dan pencemaran akut.
- Pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi 4 (empat) jenis, yaitu sebagai berikut : (1) pencemaran udara, (2) pencemaran air, (3) pencemaran tanah, dan (4) pencemaran suara.
- Menurut Solihin dan Darsati dalam Nurhayati, pencemaran air dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) golongan, yaitu : (1) pencemaran kimia berupa senyawa karbon dan senyawa organic, (2) pencemaran fisika yang dapat berupa materi terapung dan materi tersuspensi, dan (3) pencemaran biologi yang dapat berupa mikroba pathogen, lumut, dan tumbuh-tumbuhan air.
- Limbah cair industri adalah buangan hasil proses/ sisa dari suatu kegiatan/ usaha industri yang berwujud cair dimana kehadirannya pada suatu saat dan tempat tidak dikehendaki lingkungannya karena tidak mempunyai nilai ekonomis sehingga cenderung untuk dibuang.

- Berdasarkan karakteristiknya air limbah industri secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok : air limbah industri yang mengandung konsentrasi zat organik yang relatif tinggi, air limbah industri yang mengandung konsentrasi zat organik relatif rendah, air limbah industri yang mengandung zat organik berbahaya beracun, air limbah industri yang mengandung zat anorganik umum, dan air limbah industri yang mengandung zat anorganik berbahaya beracun.
- Pengolahan limbah B-3 dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia, biologi, dan thermal.
- Proses pengolahan air buangan secara biologis dapat berlangsung dalam tiga lingkungan utama, yaitu : lingkungan aerob, lingkungan anoksik, dan lingkungan anaerob.
- Pengolahan Limbah B3 secara Thermal (Incinerator). Prinsipnya adalah pemusnahan limbah dengan cara pemberian panas pada suhu tinggi (*self destructions*).
- Faktor yang menjadi pertimbangan dalam pengolahan limbah B-3 sebuah industri percetakan adalah diperlukan suatu cara alternatif pengolahan yang efektif dan efisien serta menguntungkan dalam biaya bagi industri percetakan tersebut dan bagi kelestarian lingkungan. Pengelolaan limbah B3 adalah rangkaian kegiatan yang mencakup penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan limbah B3
- Ada berbagai macam cara sederhana yang dapat digunakan mengolah limbah cair menjadi air bersih (Kumalasari dan Satoto, 2011 : 67-79), antara lain : (1) membuat penjernih air dengan saringan kain katun, (2) membuat penjernih air dengan saringan kapas, (3) aerasi, (4) membuat saringan pasir lambat (SPL), (5)

membuat saringan pasir cepat (SPC), (6) Cara gabungan SPL dan SPC, (7) membuat saringan arang, (8) membuat saringan air sederhana atau tradisional, (9) membuat saringan keramik, dan (10) membuat cadas atau jempeng (lumpang batu).

aa. Tugas

- Lakukanlah percobaan pengolahan limbah cair dengan ketentuan seperti dibawah ini :
  1. Menyiapkan alat dan bahan: Botol air mineral ukuran besar, Silet/cutter, Gelas plastik bening 3 buah, Ijuk, Sabut kelapa, Jerami, Arang kayu, Pasir, Kerikil kecil (diameter 5-10 mm), Kerikil besar (diameter 10-30 mm), dan Air Limbah.
  2. Lakukan langkah kerja, sebagai berikut :
     - Bagian dasar botol air mineral dipotong dengan menggunakan silet, sehingga botol serupa tabung terbuka. Tutup botol dibuka, botol dibalik. Bahan-bahan sebagai media penyaring disusun dalam botol, selapis demi selapis hingga memenuhi botol.
     - Tuangkan air kotor pada lapisan teratas, tampung dengan menggunakan gelas plastik yang diletakkan di bawah botol. Apabila filtrat belum bening, ulangi penyaringan untuk filtrat tersebut. Tampung hasil penyaringan kedua menggunakan gelas plastik lain yang masih kosong. Bandingkan kondisi fisik air sebelum disaring dengan filtrat pertama dan filtrat kedua.



Bbnm

- Bandingkan hasil percobaan 1, 2, dan 3.
- Buatlah kesimpulan dari percobaan yang kalian lakukan.

bb.Lembar Kerja Peserta Didik

21. Alat
    - Pulpen
    - Botol air mineral ukuran besar
    - Silet/cutter
    - Gelas plastik bening 3 buah
22. Bahan
    - Ijuk
    - Sabut kelapa
    - Jerami
    - Arang kayu
    - Pasir
    - Kerikil kecil (diameter 5-10 mm)
    - Kerikil besar (diameter 10-30 mm)
    - Air Limbah
    - Kertas
23. Keselamatan Kerja
    - Teliti dan cermat dalam melakukan percobaan pengolahan limbah cair.
    - Pakailah pakaian kerja.
    - Taati prosedur kerja sesuai yang telah ditentukan.
24. Langkah Kerja

- Menyiapkan alat dan bahan
- Melakukan percobaan 1
- Mencatat hasil percobaan 1
- Melakukan percobaan 2
- Mencatat hasil percobaan 2
- Melakukan percobaan 3
- Mencatat hasil percobaan 3
- Membandingkan hasil percobaan 1, 2, dan 3
- Membuat kesimpulan
- Membersihkan alat dan bahan
- Mengembalikan alat dan bahan sesuai pada tempatnya
- Melaporkan hasil percobaan pengolahan limbah cair pada guru/ mentor.

BAB III
EVALUASI

Z. Attitude Skills

No. (n)	Aspek Sikap /ranah Non-instruksional/ (Attitude)	Skor Perolehan							
		Believe (B) (Preferensi oleh Peserta didik ybs.)				**Evaluation (E)** (Oleh Guru/ mentor)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Kedisiplinan								
2.	Kejujuran								
3.	Kerja sama								
4.	Mengakses dan mengorganisasi informasi								
5.	Tanggung jawab								
6.	Memecahkan masalah								
7.	Kemandirian								
8.	Ketekunan								

Nilai Attitude (NA) = $\frac{\sum \text{skor}}{8}$

Keterangan :

- Peserta didik dapat mengisi skor diri sendiri terlebih dahulu, kemudian diserahkan kepada guru/ mentor untuk diisi dan diolah nilai NA

AA. Kognitif Skills

No.	Soal	Skor				
		0	1	2	3	4
1.	Jelaskan macam-macam pencemaran berdasarkan tingkat pencemarannya.					
2.	Jelaskan macam-macam pencemaran lingkungan.					
3.	Jelaskan macam-macam pencemaran air.					
4.	Jelaskan pengertian limbah cair industri.					
5.	Jelaskan karakteristiknya air limbah industri.					
6.	Jelaskan pengolahan limbah B-3 cara fisika, kimia, biologi, dan thermal.					
7.	Jelaskan reaksi yang menghasilkan gas klorin					
8.	Jelaskan berbagai macam cara sederhana mengolah limbah cair menjadi air bersih.					

$$\text{Nilai Kognitif (NA)} = \frac{\sum \text{skor}}{8}$$

BB. Psikomotorik skills

- Lakukan percobaan pengolahan limbah cair dengan metode Saringan Pasir Lambat dan Saringan Pasir Cepat.
- Diskusikan hasil percobaan dengan kelompok lain.

Aspek Keterampilan yang dinilai

No.	Aspek Keterampilan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Keaktifan dalam praktik dan diskusi				
2.	Kemampuan berkomunikasi				
3.	Penguasaan materi praktik				
4.	Peran serta aktif dalam diskusi				
5.	Hasil percobaan pengolahan limbah cair				
6.	Hasil kesimpulan praktik dan diskusi				

CC. Produk/ benda kerja sesuai kriteria standar

- Laporan hasil pengamatan dan diskusi.

DD. Batasan waktu yang telah ditetapkan

- 20 x 45 menit

BAB IV
PENUTUP

Setelah menyelesaikan bahan ajar ini, peserta didik diharapkan dapat melakukan percobaan pengolahan limbah cair. Apabila peserta didik dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evalusi dalam bahan ajar ini, maka peserta didik dapat melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung dari pihak dunia industri atau asosiasi profesi yang berkompeten. Atau apabila peserta didik telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap bahan ajar, maka hasil yang berupa nilai dari instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi bagi pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat peserta didik berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau lembaga sertifikasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta : Gosyen Publishing

Kumalasari dan Satoto. 2011. *Teknis Praktis mengolah Air Kotor Menjadi Air Bersih*. Jakarta : Laskar Aksara

Nurhayati, Nunung, 2013. *Pencemaran Lingkungan*. Bandung : Penerbit Yrama Widya Bandung

Sularsito S.A. dan Djuanda S. 2007. Dermatitis. In : Djuanda A., dkk (eds). *Ilmu Penyakit Kulit dan Kelamin*. Ed ke-5. Jakarta: FKUI, pp : 129-53.

Widiastuti HN, dkk. *Studi Pemanfaatan Lumpur Limbah Cair B-3 yang Mengandung Pb dan Cr dari Industri Percetakan sebagai Abstract Bahan Baku Tambahan Pembuatan Paving Block (Studi Kasus PT Gramedia Group, Jakarta).* Volume 13, No. 2, Edisi Xxxii Juni 2005. Media Komunikasi Teknik Sipil

Health and Safety Executive. 2006. *Preventing Dermatitis : Intervention in the Printing and Publishing Industries*. http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/sectors/manuf/3_06_02.pdf (diakses 9 Desember 2013)

Http://catatan-ngajar.blogspot.com/2013/04/penyaringan-air.html

Http://id.shvoong.com/exact-sciences/mathematics/2313314-pengertian-klor-klorin/

Http://jujubandung.wordpress.com/2012/09/11/pengolahan-limbah-industri-percetakan/

Http://missikamaryanie.blogspot.com/2012/02/pengolahan-secara-fisika-kimia-dan.html

PP No. 85, 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (B3)